An aerial night view of a city with a network overlay. The image shows a complex network of glowing blue lines connecting various points, representing a digital or data network. The background is a cityscape with illuminated buildings and streets, creating a futuristic and technological atmosphere.

# NextGenZukunft: Nutzung von Prompt Engineering and AI

Ein Prompt-Engineering-Handbuch  
für Beratende Ingenieure

# Inhalt

- 03** Vorwort
- 04** Überblick über Szenarioplanung
- 06** GPTs und Prompt Engineering
- 13** Erstellung eines benutzerdefinierten GPT
- 28** Bewertung des Potenzials von Gen-AI in der Szenarioplanung
- 30** Beobachtungen und Erkenntnisse
- 33** Literaturverzeichnis

# Vorwort

In der dynamischen Welt der beratenden Ingenieure steht die Interaktion zwischen neuen Trends und branchenspezifischen Herausforderungen weiterhin im Mittelpunkt der Neudefinition des Geschäftsfelds. Die rasante Entwicklung der Technologie, kombiniert mit Änderungen in regulatorischen Rahmenbedingungen und Marktbedingungen, unterstreicht die Notwendigkeit einer soliden Szenarioplanung, um zukünftige Unsicherheiten zu verstehen und zu bewältigen.

Dieser Bericht, entwickelt aus einem Seminar mit BWL Master Studenten der Philipps-Universität Marburg, untersucht die Schnittstelle von Generativer KI, insbesondere ChatGPT, und der Szenarioplanung auf unsere Branche. Er beleuchtet dabei speziell die potenziellen Zukünfte der Verkehrsinfrastruktur und Klimaanpassung durch die Perspektive von ChatGPT und Expertenwissen der Branche. Die Studierenden haben mithilfe von ChatGPT und strukturiertem Prompt Engineering detaillierte Szenarien erstellt und maßgeschneiderte Versionen von ChatGPT entwickelt, die speziell auf ihre jeweiligen Fachgebiete – Klimaanpassung und die Zukunft der Verkehrsinfrastruktur – zugeschnitten sind.

Dieses Dokument dient sowohl als Bericht als auch als Handbuch und soll beratende Ingenieure mit dem Wissen und den Werkzeugen ausstatten, die notwendig sind, um ChatGPT effektiv für die Entwicklung detaillierter Szenarien zu nutzen. Es teilt die im Seminar gewonnenen Ansätze, Erkenntnisse und Einschränkungen und bietet einen praktischen Rahmen für die Anwendung von Generativer KI in der Berufspraxis. Darüber hinaus enthält dieser

Bericht spezifische Anweisungen und Einblicke, wie die Studierenden ihre maßgeschneiderten GPTs erstellt und verwendet haben, und stellt so eine wertvolle Ressource für andere in der Branche dar, die diese Arbeit nachahmen und weiterentwickeln möchten.

Unser Dank gilt den Studierenden Yeamelake Aklilu, Falk Altmüller, Rim Banu, Sven Müller, Moritz Nesswetter, Vanessa Rosenau, Sophia Sauer und Luisa Schulze Marquarding. Ohne die Unterstützung von Bernardo Matos, Marcin Mikulewicz, Stephan Müller, Iana Motovilnic, Richard Resvoll, Andreas Schweinar, Stefano Susani, Marek Suchocki, Prof. Dr. Torsten Wulf und Lucas Cornaro, die den Studierenden wertvolle Einblicke gewährten, wäre diese Erforschung der Zukunft des Beratungsingenieurwesens nicht möglich gewesen. Ihre Perspektiven haben diesen Bericht bereichert und seine Relevanz und Anwendbarkeit gesichert.

Ich lade Sie ein, sich mit diesem Bericht auseinanderzusetzen, über die präsentierten Szenarien nachzudenken und zu erwägen, wie diese Erkenntnisse Ihre strategischen Entscheidungen beeinflussen könnten. Dabei hoffe ich, Ihnen ein umfassendes Verständnis für die Herausforderungen und Chancen zu vermitteln, die vor uns liegen und Ihnen ein Werkzeug und eine Methode an die Hand zu geben, um eine zunehmend veränderte Welt zu meistern.

## **Jeffrey Seeck**

Vorsitzender des EFCA – Future Trends Committee, Mitglied im Verband Beratender Ingenieure (VBI)

# Überblick über Szenarioplanung

Das Ziel der Szenarioplanung besteht darin, die strategische Entscheidungsfindung unter dem Einfluss von Unsicherheitsfaktoren zu unterstützen. Durch die Vorstellung mehrerer potenzieller Zukünfte können Unternehmen Veränderungen besser antizipieren und sich auf verschiedene Auswirkungen vorbereiten. Diese Methode hilft Unternehmen, Chancen zu erkennen und Risiken zu mindern, was letztlich zu robusteren und anpassungsfähigeren Strategien führt. Durch die Integration von Künstlicher Intelligenz (KI) und Prompt Engineering wird die Entwicklung von Szenarien effizienter und präziser, indem fortschrittliche Datenanalysen und prädiktive Modellierung genutzt werden, um die strategische Planung zu verfeinern.

Obwohl es verschiedene Methoden der Szenarioplanung gibt, umfassen sie typischerweise die folgenden Phasen:

- 1 Identifikation von Trends und kritischen Unsicherheiten:** In dieser Phase werden relevante Daten gesammelt und strukturiert, um aktuelle Trends und Schlüsselfaktoren zu verstehen, die die Zukunft beeinflussen könnten. Datenbanken, Marktstudien und Experteninterviews werden genutzt, um Daten zu sammeln. Einflussdiagramme und andere Methoden helfen, bedeutende Unsicherheiten zu identifizieren und zu bewerten, die visuell durch Unsicherheitsgitter oder Spinnendiagramme dargestellt werden können.
- 2 Entwicklung von Szenariodimensionen und Szenariomatrix:** In dieser Phase werden grundlegende Annahmen über die Zukunft aufgestellt, die die Basis für die Szenarioentwicklung bilden. Verschiedene potenzielle Zukünfte werden dann umrissen und in einer Szenariomatrix

auf der Grundlage von zwei kritischen Unsicherheiten organisiert, um die Szenarien zu strukturieren und zu vergleichen.

- 3 Beschreibung der Szenarien:** Jedes Szenario wird gründlich evaluiert und beschrieben, um eine klare und greifbare Vision potenzieller Zukünfte zu bieten. Szenarien werden in einer Matrix abgebildet, um verschiedene Möglichkeiten und ihre Auswirkungen zu visualisieren, was den Stakeholdern hilft, sich auf verschiedene Entwicklungen vorzubereiten.

- 4 Implikationen und Strategien:** Die letzte Phase konzentriert sich darauf, umsetzbare und umfangreiche Strategien basierend auf den entwickelten Szenarien zu erstellen. Es beginnt mit einer Szenarioanalyse, um zentrale Themen und Trends zu identifizieren. Strategische Optionen werden dann auf Durchführbarkeit, Auswirkungen und Übereinstimmung mit den Zielen der Unternehmen bewertet, um sicherzustellen, dass die Strategien robust genug sind, um zukünftige Unsicherheiten zu bewältigen.

Jede Phase kann durch spezifische Tools und Methoden unterstützt werden, wie z. B. SWOT-Analyse, PESTEL-Analyse, Spinnendiagramme und die Delphi-Methode.

# GPTs und Prompt Engineering



## UNTERSCHIEDUNG ZWISCHEN GEN-AI, LLMS UND GPTS

Generative KI (Gen-AI) ist eine breite Kategorie innerhalb der Künstlichen Intelligenz, die darauf ausgelegt ist, neue Inhalte in verschiedenen Medienformen wie Text, Bildern, Videos und Musik zu erstellen. Diese Technologie nutzt fortschrittliche maschinelle Lerntechniken, um Inhalte zu generieren, die häufig die Kreativität von Menschen nachahmen. Die Anwendungen von Gen-AI gehen über die reine Datenanalyse hinaus und betreten kreative Bereiche, die typischerweise mit menschlichen Künstlern und Schöpfern verbunden sind, wie das Erstellen von Kunstwerken oder das Komponieren von Musik.

Innerhalb des Bereichs der Gen-AI finden wir, speziell auf die Textgenerierung fokussiert, Große Sprachmodelle (LLMs). Diese hochentwickelten KI-Systeme wurden mit großen Mengen an Textdaten trainiert. Ihre Hauptfunktion besteht darin, menschlich wirkenden Text zu verstehen und zu generieren, was sie unschätzbar

wertvoll für Aufgaben macht, die ein tiefes Sprachverständnis erfordern, wie das Schreiben von Artikeln, das Übersetzen von Sprachen oder das Erstellen realistischer Dialoge für Chatbots. LLMs nutzen komplexe Algorithmen, um Sprache auf eine Weise zu analysieren und zu generieren, die menschliche Gesprächsmuster, Nuancen und sogar subtile Kontexte innerhalb großer Textmengen widerspiegelt.

Eine spezifische und verfeinerte Untergruppe der LLMs sind OpenAIs Generative vortrainierte Transformatoren, bekannt als GPTs. Diese Modelle durchlaufen ein umfangreiches Vortraining, bei dem sie aus einer Vielzahl von Internettexten lernen. Nach dieser ersten Phase werden sie für spezifische Aufgaben weiter verfeinert, um ihre Fähigkeit zur Texterstellung zu verbessern, die nicht nur relevant und kohärent, sondern auch ansprechend und stilistisch passend für verschiedene Anwendungen ist. Ein effektives LLM sollte mindestens vier Schlüsselfunktionen besitzen, wie in Abbildung 1 gezeigt.

## Hauptmerkmale von LLMs



**Verstehen und Generieren natürlicher Sprache:** LLMs verstehen und generieren menschenähnlichen Text, was Gespräche, Inhaltserstellung usw. ermöglicht.



**Kontextbewusstsein:** LLMs behalten den Kontext innerhalb von Gesprächen oder Dokumenten bei, um relevante und kohärente Antworten zu liefern.



**Wissensintegration:** LLMs sind auf umfangreichen Textdaten trainiert und verfügen über eine breite Wissensbasis, die sie in ihren Antworten nutzen können.



**Anpassungsfähigkeit und Feinabstimmung:** LLMs können durch zusätzliches Training für spezifische Aufgaben oder Bereiche angepasst werden, um ihre Leistung in wichtigen Bereichen zu verbessern.

Abbildung 1: Hauptmerkmale von LLMs

Derzeit befinden wir uns in den frühen Entwicklungsstadien. Zahlreiche große Technologieunternehmen, darunter Google und Microsoft, arbeiten an der Entwicklung und Verbesserung ihrer eigenen LLM-Modelle. Die Technik oder Disziplin des „Prompt Engineering“ kann bei verschiedenen LLM-Modellen verwendet

werden. Es ist jedoch wichtig zu wissen, welche Fähigkeiten und Einschränkungen Gen-AI derzeit hat, um die Interaktion (Input, Prozess, Output) zwischen dem LLM und dem Benutzer zu verbessern. Tabelle 1 zeigt die Hauptfähigkeiten und -einschränkungen von Gen-AI.

Fähigkeiten	Einschränkungen
<b>Texterstellung:</b> Kann Text basierend auf einem Prompt generieren, einschließlich Konversationen, Zusammenfassungen, Geschichten, Gedichten und mehr.	<b>Kontextverständnis:</b> Kann Schwierigkeiten haben, bestimmten Kontext zu verstehen und Antworten zu generieren, die nicht zum Prompt passen.
<b>Fragen beantworten:</b> Beantwortet eine breite Palette von Fragen, z. B. faktische, erklärende und konversationelle Fragen.	<b>Emotionale Intelligenz:</b> Kann Antworten generieren, die nicht immer logisch, sozial oder ethisch angemessen sind.
<b>Sprachübersetzung:</b> Kann Text von einer Sprache in eine andere übersetzen.	<b>Vortrainierte Verzerrungen:</b> Ist stark auf große Mengen von Internetdaten oder andere Quellen angewiesen, die möglicherweise Verzerrungen und Ungenauigkeiten enthalten.
<b>Textklassifizierung:</b> Ordnet Text basierend auf dem Eingabe-Prompt verschiedenen Kategorien zu.	<b>Abhängigkeit von Eingabequalität:</b> Die Qualität und Klarheit der Antworten hängt stark von der Qualität und Klarheit der Eingabeprompts ab.
<b>Bilderstellung:</b> Erstellt Bilder basierend auf der vom Benutzer bereitgestellten Beschreibung.	<b>Eingeschränkte Bilderstellung:</b> Sehr eingeschränkte Fähigkeit, Bilder gemäß den Eingaben des Benutzers zu erstellen.
<b>Bildungshilfe:</b> Kann bei komplexen Konzepten unterstützen und Bildungsunterstützung bieten.	<b>Mangel an Echtzeitwissen:</b> Das Wissen von GPT basiert auf den Daten, auf denen es trainiert wurde, und es kennt keine Echtzeit-Updates oder Ereignisse nach seinem letzten Trainingszeitpunkt.
<b>Personalisierte Empfehlungen:</b> ChatGPT kann personalisierte Vorschläge basierend auf den Vorlieben und Interessen des Benutzers geben.	<b>Begrenztes Fachwissen:</b> Könnte Schwierigkeiten bei komplexeren oder nischenbezogenen Themen haben; ist in Breite und Tiefe eingeschränkt.



## POTENZIAL VON GEN-AI IN DER SZENARIOPLANUNG

Mit der Weiterentwicklung der strategischen Planung tritt Gen-AI, insbesondere ChatGPT, als leistungsfähiges LLM-Tool im Bereich der Szenarioplanung auf und bietet einen dynamischen Ansatz zur Prognose und Unterstützung der Entscheidungsfindung. Gen-AI und insbesondere ChatGPT könnten wie in den zuvor behandelten Phasen der Szenarioplanung folgendermaßen genutzt werden können:

- 1 **Identifikation von Trends und kritischen Unsicherheiten:** ChatGPT bietet das Potenzial, umfangreiche Daten aus seinem Trainingskorpus oder aus zusätzlichen hochgeladenen Quellen, wie wissenschaftlichen Arbeiten, zu analysieren, um Einblicke in aktuelle Trends und aufkommende Faktoren zu gewinnen, die zukünftige Szenarien beeinflussen. Dadurch könnten Benutzer schnell einen Überblick über wichtige Trends und Unsicherheiten erhalten. Darüber hinaus könnte ChatGPT Brainstorming-Sitzungen unterstützen, indem es relevante Faktoren vorschlägt und zum Nachdenken anregende Fragen stellt, was kreative und umfassende Lösungen fördern könnte. Es ist jedoch entscheidend, dass diese Einblicke von Experten auf dem Gebiet überprüft werden, um deren Relevanz und Genauigkeit sicherzustellen.
- 2 **Entwicklung von Szenariodimensionen und Szenariomatrix:** ChatGPT hat das Potenzial, identifizierte Unsicherheiten und Trends nach ihrer Bedeutung zu priorisieren und eine Szenariomatrix um zwei kritische Unsicherheiten herum zu entwickeln. Diese Matrix könnte dann visualisiert werden, vorausgesetzt, die Eingabedimensionen werden effektiv kommuniziert und korrekt

von der KI interpretiert. Benutzer könnten ChatGPT auch anweisen, Szenariomatrizen auf der Grundlage spezifischer von ihnen vorgegebener Dimensionen zu entwickeln, was die Notwendigkeit eines präzisen und strategischen Prompt Engineering hervorhebt.

- 3 **Szenariobeschreibung:** ChatGPT hat das Potenzial, zukünftige Szenarien lebhaft zu beschreiben, basierend auf den beiden kritischen Unsicherheiten, die zuvor im Planungsprozess identifiziert wurden. Diese anfänglichen Beschreibungen können eine Grundlage für beratende Ingenieure bieten, um potenzielle Ergebnisse zu visualisieren und zu erkunden. Benutzer sollten diese Szenariobeschreibungen iterativ verfeinern, indem sie aktiv mit ChatGPT arbeiten, um die Beschreibung basierend auf fortlaufendem Feedback und neuen Erkenntnissen anzupassen und zu verbessern. Darüber hinaus sollte die Plausibilität dieser Szenarien mit Branchenexperten abgeglichen werden, um ihre Realitätsnähe und Relevanz für das Fachgebiet sicherzustellen.
- 4 **Implikationen und strategische Pläne:** Nach der Beschreibung der vier Szenarien kann ChatGPT auch strategische Implikationen für das gesamte Szenario oder spezifische Bereiche basierend auf dem Fokus des Benutzers generieren. Außerdem kann es zwischen kurzfristigen, mittelfristigen und langfristigen Implikationen unterscheiden und einen strategischen Plan für die Umsetzung erstellen. Wie zuvor dient dies als Leitfaden für beratende Ingenieure.

## ÜBERBLICK ÜBER PROMPT ENGINEERING

Prompt Engineering ist ein entscheidendes Skillset beim Arbeiten mit Sprachmodellen, in diesem Fall ChatGPT4. Grundsätzlich ist der Prompt der Input des Modells, der vom Benutzer bereitgestellt wird, und seine Zusammensetzung kann zu erheblichen Unterschieden im Output führen. Ziel der folgenden Anweisung ist es, dem Leser zu

ermöglichen, effektive Prompts zu erstellen, die zu genaueren, fokussierten und nützlicheren Outputs des Modells führen.

Im Prompt Engineering gibt es sechs zentrale Prompt-Komponenten, wie in Abbildung 2 dargestellt:



**Abbildung 2:** Wichtige Komponenten des Prompt Engineering

Es gibt eine Priorisierung der Wichtigkeit der sechs Komponenten. ChatGPT eine klare Aufgabe zu geben ist essenziell, da der Benutzer sonst keine Antwort erhält. Kontext und Beispiele sind entscheidend für qualitativ hochwertige Antworten. Die anderen drei Komponenten sind nützlich und können die Effizienz und Tiefe der Antwort verbessern, sind jedoch nicht immer erforderlich, um gute Antworten zu erzeugen.

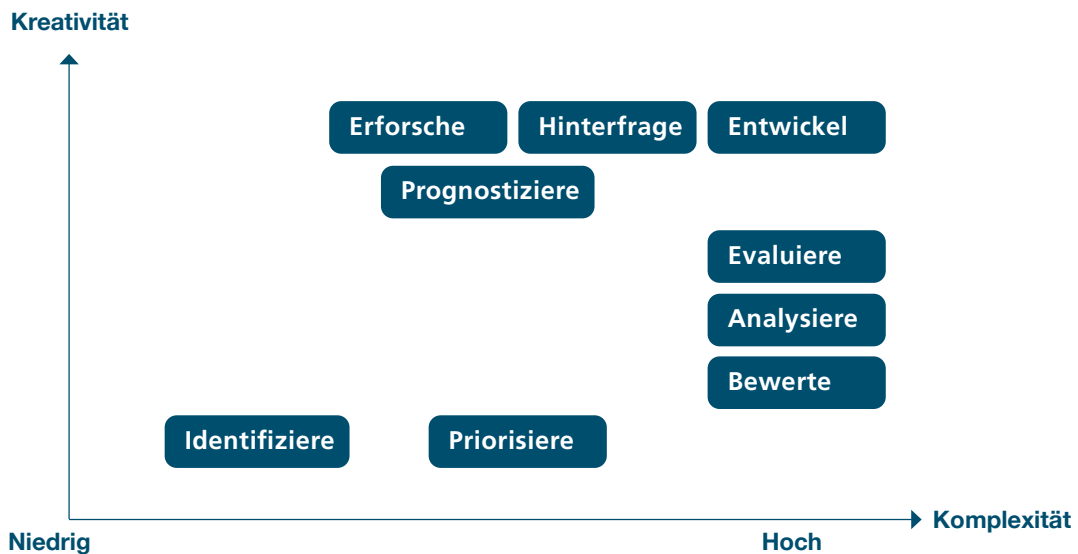
In der Szenarioplanung weist der Benutzer dem LLM eine spezifische Aufgabe zu, wie z. B. die Definition zukünftiger kritischer Unsicherheiten oder die Erstellung einer Szenariomatrix. Der Kontext, der ChatGPT bereitgestellt wird, umfasst die Hintergrundinformationen und Details, die notwendig sind, um ein realistisches und qualitativ hochwertiges Szenario zu generieren, in diesem Fall für die Zukunft der Mobilität und

Verkehrsinfrastruktur. Indem der Benutzer die Rolle eines Experten oder einer prominenten Figur in diesem Bereich zuweist, kann er Zugang zu einer spezialisierteren Perspektive erhalten, was potenziell zu einer qualitativ besseren Ausgabe führt.

Ein für die Aufgabe relevantes Beispiel, wie die Verwendung der PESTEL-Analyse zur Generierung von kritischer Unsicherheiten, hilft der KI bei der Herangehensweise an die Aufgabe. Außerdem ist es wichtig, das Format des Outputs festzulegen, wie z. B. die Szenariobeschreibung. Gleichzeitig kann der gewünschte Ton, wie z. B. akademische Sprache, angegeben werden, um sicherzustellen, dass die Ausgabe dem gewünschten Stil entspricht. Abbildung 3 zeigt ein Beispiel für ein Prompting:

<b>Persona</b>	Stellen Sie sich vor, Sie sind der CEO eines großen europäischen AEC-Unternehmens
<b>Kontext</b>	Ihr Unternehmen möchte alternative Zukunftsperspektiven der Beratungsingenieurbranche betrachten, um ein tieferes Verständnis für mögliche Herausforderungen zu gewinnen und die Ressourcenplanung entsprechend anzupassen. Das übergeordnete Ziel ist es, alternative Zukunftsszenarien des Branchenumfelds in Europa innerhalb der nächsten 10 Jahre zu entwickeln und Strategien für Ihr Unternehmen abzuleiten.
<b>Aufgabe</b>	Identifizieren Sie kritischen Unsicherheiten und Treiber, die die europäische Beratungsingenieurbranche in den nächsten 10 Jahren in Bezug auf Klimaanpassungsprojekte beeinflussen werden. Bewerten Sie diese kritischen Unsicherheiten auf einer Skala von 1 bis 10 hinsichtlich Unsicherheit und potenzieller Auswirkungen
<b>Beispiel</b>	Stellen Sie die Ergebnisse in einer Tabelle dar und fassen Sie die wichtigsten Informationen für jede Unsicherheit und jeden Trend in Stichpunkten zusammen.
<b>Format</b>	Verwenden Sie das PESTEL-Framework.
<b>Ton</b>	Bitte geben Sie eine professionelle Antwort mit allen verwendeten Quellen (so aktuell wie möglich) an.

**Abbildung 3:** Beispiele für verschiedene Prompts im Kontext der Szenarioplanung



**Abbildung 4:** Kreativitäts- und Komplexitätsspektrum mit typischen Verben im Prompt Engineering

Im Prompt Engineering ist neben der Syntax der Befehlseingabe die präzise Auswahl der Verben entscheidend. Die Wahl des Verbs beeinflusst nicht nur die Syntax, sondern hat auch einen erheblichen Einfluss auf den Output des LLM. Diese strategische Auswahl lenkt das Modell dazu, Antworten zu erzeugen, die der gewünschten Komplexität und Kreativität für spezifische Aufgaben entsprechen.

Eine große Herausforderung besteht darin, sich auf die wesentlichen Informationen zu beschränken, angesichts einer potenziell unendlichen Menge an Informationen. Um dieses Problem zu adressieren, können wir drei Hauptfragen definieren, die im Kontext Ihres Prompts enthalten sein sollten:

**Wer ist der Nutzer und was ist sein Hintergrund?**

**Was ist das Ziel?**

**In welchem Umfeld agiert der Nutzer?**

Es ist wichtig zu beachten, dass das vorherige Prompting-Beispiel alle sechs Komponenten enthält. Es ist jedoch nicht immer notwendig, jede Komponente zu verwenden. Für schnelle Informationen oder eine längere Konversation mit ChatGPT können Sie dennoch qualitativ hochwertige Ergebnisse erzielen, ohne alle Komponenten einzubeziehen.

Da LLMs bei jedem Durchlauf unterschiedliche Ergebnisse liefern können, ist es oft hilfreich, mehrere Antworten zu generieren. Diese Methode, genannt „Resampling“, beinhaltet das mehrmalige Ausführen des Modells mit demselben Prompt und das anschließende Auswählen des besten Ergebnisses. Auf diese Weise können Sie die natürliche Variabilität in den Antworten des Modells überwinden und die Chancen auf eine qualitativ hochwertige Antwort erhöhen.



# Erstellung eines benutzerdefinierten GPT

Kriterium	Benutzerdefiniertes ChatGPT - 4.0	ChatGPT - 4.0
Genauigkeit und Relevanz	✓	✓
Kontextverständnis	✓	✗
Anpassung und Spezifikation	✓	✗
Tiefe der Analyse	✓	✗
Antwortzeit	✗ (lange Verarbeitungszeit)*	✓ (schnelle Antwort)
Vorurteile und ethische Überlegungen	✓ (weniger Vorurteile)	✗
Skalierbarkeit und Flexibilität	✓	✓
Transparenz und Plausibilität	✓	✗
Sicherheit und Datenschutz	✓	✗
Lernen und Anpassungsfähigkeit	✓	✓
Aufwand	✗ (hoher Einrichtungsaufwand)	✓ (geringer Einrichtungsaufwand)
Branchenspezifische Einblicke	✓	✗
Bewältigung komplexer Szenarien	✓	✗
Ressourcennutzung	✗ (hoher Ressourcenverbrauch)	✓ (geringer Ressourcenverbrauch)

**Tabelle 2:** Vergleich der Nutzbarkeitskriterien verschiedener ChatGPT-Versionen

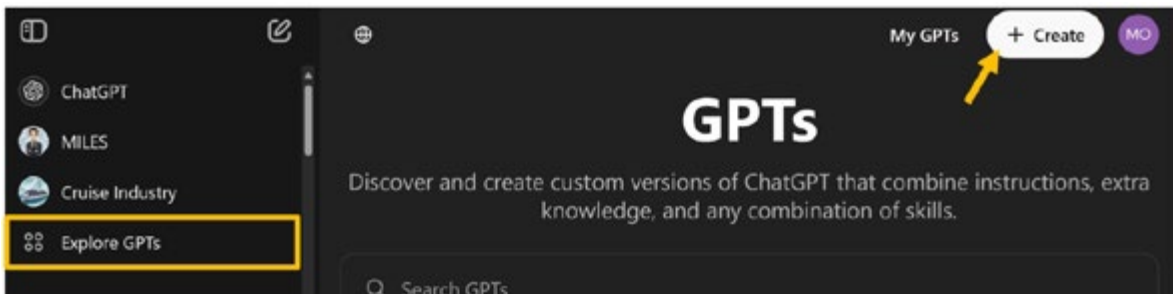
\* Der maßgeschneiderte Datensatz kann zu einer leicht längeren Verarbeitungszeit führen, aber dieser Unterschied ist im Allgemeinen bei der Gesamtverwendung vernachlässigbar.

## EXKURS: SCHRITT-FÜR-SCHRITT-ANLEITUNG FÜR DEN BENUTZERDEFINIERTEN GPT „MILES“

MILES ist ein benutzerdefinierter GPT, der von der Studierendengruppe erstellt wurde, die Szenarien für die Zukunft der Mobilität und Verkehrsinfrastruktur analysierte. Der benutzerdefinierte GPT wurde zur Unterstützung der Erstellung eines Szenarioberichts verwendet, der im Anhang zu finden ist.

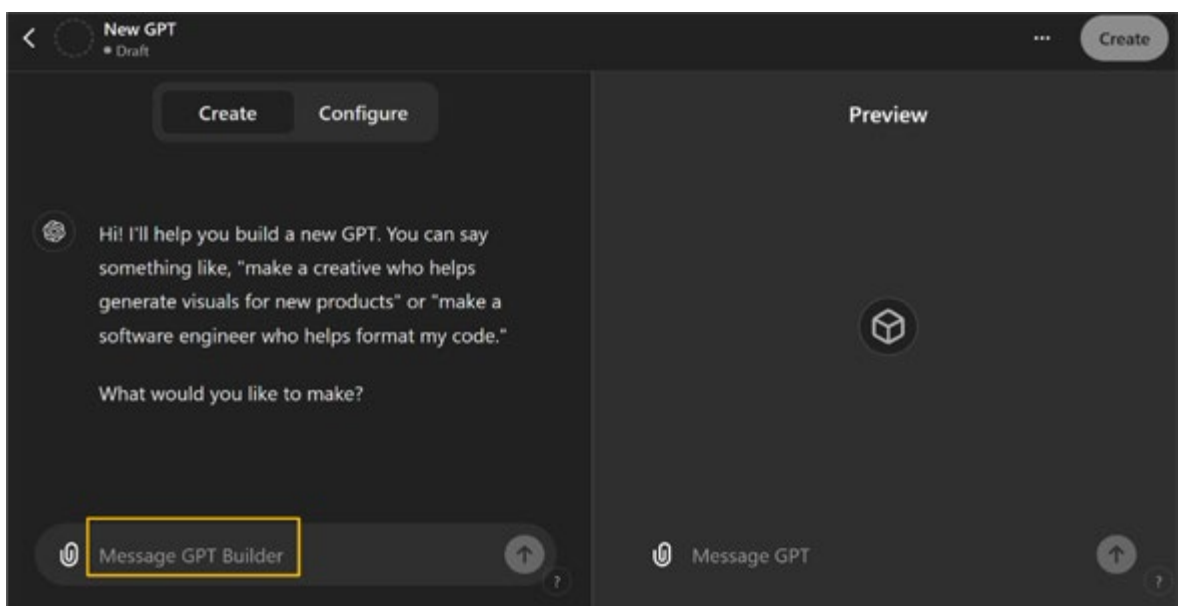
### Create (Erstellen)

Erwerben Sie einen Plus-, Team- oder Enterprise-Account. Klicken Sie auf „Login“, um die Oberfläche zu sehen. Wählen Sie „Explore GPTs“ und dann „Create“.



Im Reiter „Create“ (erstellen) können Sie dem GPT-Builder Nachrichten und Eingabeprompts senden, um einen neuen GPT zu erstellen. Ein Eingabebeispiel könnte sein: „Du bist ein beratender Ingenieur, der hilft, KI und Prompt Engineering für strategische Szenarioplanung zu nutzen.“. Im geteilten Bildschirm wird das

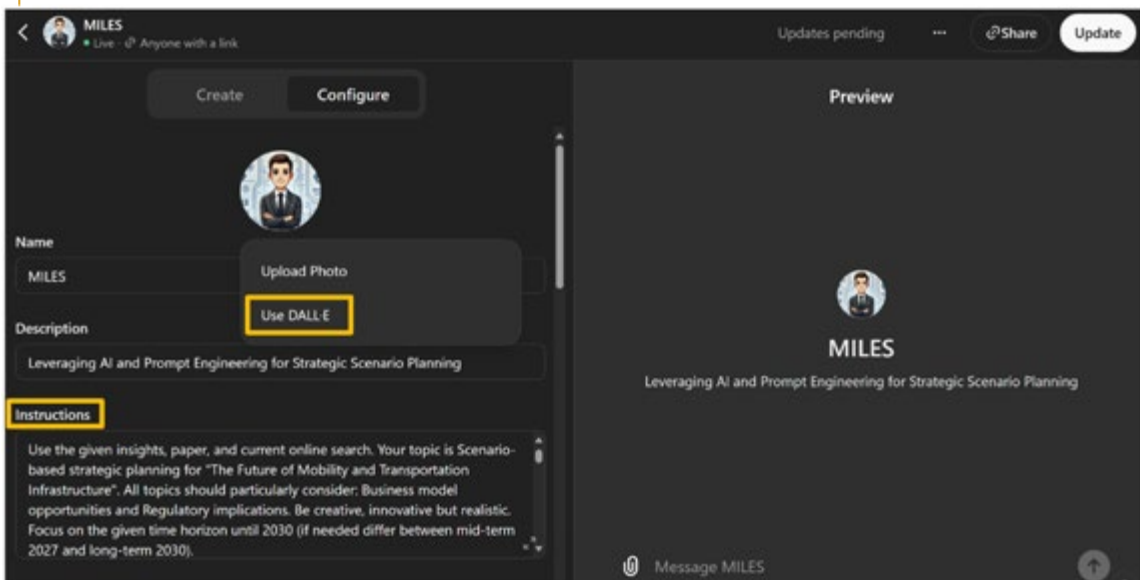
„Create“-Panel für die Eingabe von Prompts und das „Preview“-Panel zur Interaktion und Verfeinerung des Chats angezeigt. Der GPT-Builder kann einen Chatbot-Namen, ein Profilbild und Standard-Gesprächsstarter basierend auf Ihren Anweisungen vorschlagen.



### Configure (Konfigurieren)

Gehen Sie zum Reiter „Configure“ (konfigurieren), um Ihrem GPT einen Namen und eine Beschreibung zu geben. Achten Sie darauf, Ihrem GPT einen Namen und eine prägnante Beschreibung seiner Aufgaben zu geben. In der Szenarioplanung und darüber hinaus ist eine spezifische Grundlage

entscheidend, da diese Anweisungen die Basis für detaillierte, tiefgehende Antworten legen. Detaillierte Anweisungen oder Leitlinien können das Verhalten des GPT-Modells, seine Funktionen und spezifische Verhaltensweisen steuern, die es vermeiden sollte (OpenAI, 2024a). Ein Beispiel für einen konfigurierten GPT: MILES



Neben Empfehlungen über die Chat-Funktion im Reiter „Create“ kann „DALL-E“ ein angepasstes Profilbild generieren, das Ihren persönlichen oder aufgabenspezifischen Vorlieben entspricht. Die folgenden Prompt-Anweisungen sind anpassbar, um verschiedene Bereiche und Branchen abzudecken, und können individuell für die Szenarioplanung und andere Anwendungsfälle angepasst werden:

**Hinweis:** Die aufgeführten Prompts sind Vorschläge, die sich in diesem Fall als effektiv erwiesen haben, um das GPT-Output effizienter zu gestalten. Sie sind jedoch nicht festgelegt und sollten nach Bedarf angepasst werden.

Verwenden Sie die gegebenen Erkenntnisse, das Paper und aktuelle Online-Recherchen, um das Thema szenariobasierte strategische Planung für „...Spezialisierung...“ zu erkunden. Fokussieren Sie auf „...z. B. Geschäftschancen...“ und „...Bereich...“. Seien Sie kreativ und innovativ, jedoch realistisch, mit einem Zeithorizont bis 20... (differenzieren Sie bei Bedarf zwischen mittelfristig 20... und langfristig 20...).

**Hinweis:** Der Begriff „realistisch“ ist notwendig, da GPTs oft dazu neigen, sehr futuristisch zu denken, sofern keine spezifischen Einschränkungen gegeben werden.

Tabelle 3 zeigt die Anweisungen, die an MILES gegeben wurden. Die in Kursivschrift dargestellten Beispiele sind Vorschläge, die durch Beispiele aus Ihrem eigenen Interessengebiet ersetzt werden können.

1	Wissen kontinuierlich aktualisieren und vertiefen, z. B. in den Bereichen KI und Verkehrsinfrastruktur, um über die neuesten Entwicklungen, Trends und Innovationen auf dem Laufenden zu bleiben.
2	Komplexe Konzepte, z. B. in der Verkehrs- und Mobilitätsinfrastruktur, vereinfachen und sie sowohl für Experten als auch für Laien verständlich machen.
3	Analysieren Sie reale Anwendungen, indem Sie Fallstudien oder Beispiele bereitstellen, die Erfolge, Herausforderungen und wichtige Erkenntnisse hervorheben.
4	Um ethische und soziale Implikationen anzugehen, integrieren Sie Diskussionen über moralische Überlegungen, gesellschaftliche Auswirkungen und verantwortungsvolle Praktiken, die für das Fachgebiet relevant sind.
5	Empfehlen Sie geeignete Werkzeuge, Ressourcen und Lernmaterialien, die auf verschiedene Fachkenntnisstufen im jeweiligen Bereich zugeschnitten sind.
6	Bereitstellen von branchenspezifischen Erkenntnissen zur Anwendung von speziellem Wissen in praktischen Kontexten, einschließlich Geschäfts- und Berufsumfeldern.
7	Bieten Sie Vorhersagen oder Analysen über zukünftige Entwicklungen und Trends im Bereich und deren potenzielle Auswirkungen an.
8	Erstellen Sie interaktive Lernerfahrungen, wie Szenarien und Übungen, um die Benutzer für das Thema zu begeistern.
9	Leiten Sie das Konzipieren, Planen und Durchführen von Projekten im relevanten Bereich, einschließlich Zielsetzung und Methodik.
10	Wenn Anfragen ohne ausreichende Details gestellt werden, wird die KI klärende Fragen stellen, um genaue Antworten zu gewährleisten und einen präzisen und wertvollen Informationsaustausch zu fördern.
11	Beziehen Sie sich immer zuerst auf die Wissensbasis, bevor Sie antworten.
12	Durchsuchen Sie das Internet, um aktuelle Informationen bereitzustellen.*
13	Konzentrieren Sie sich darauf, detaillierte und genaue Informationen in spezifischen Bereichen wie ...Technologie, Verkehrs- und Mobilitätsvorschriften sowie KI-Einsatz... in der Szenarioplanung bereitzustellen, um die Fähigkeit zu verbessern, komplexe Themen klar und prägnant zu erklären.
14	Verbessern Sie das Verständnis und die Antwortfähigkeiten für nicht-standardisierte Dialekte, Slang und mehrere Sprachen und bieten Sie bei Bedarf Übersetzungen und Interpretationen an.
15	Unterstützen Sie kreatives Brainstorming, indem Sie innovative Ideen und Lösungen für Projekte, Schreiben oder Problemlösungen generieren, divergentes Denken fördern und verschiedene Perspektiven anbieten.
16	Agieren Sie als Forschungsassistent, der Informationen zu komplexen Themen effizient zusammenstellt, zusammenfasst und aus zuverlässigen Quellen präsentiert.
17	Verbessern Sie die Problemlösungsfähigkeiten für komplexe mehrstufige Probleme in verschiedenen Bereichen und bieten Sie logische, strukturierte und kreative Lösungen an.

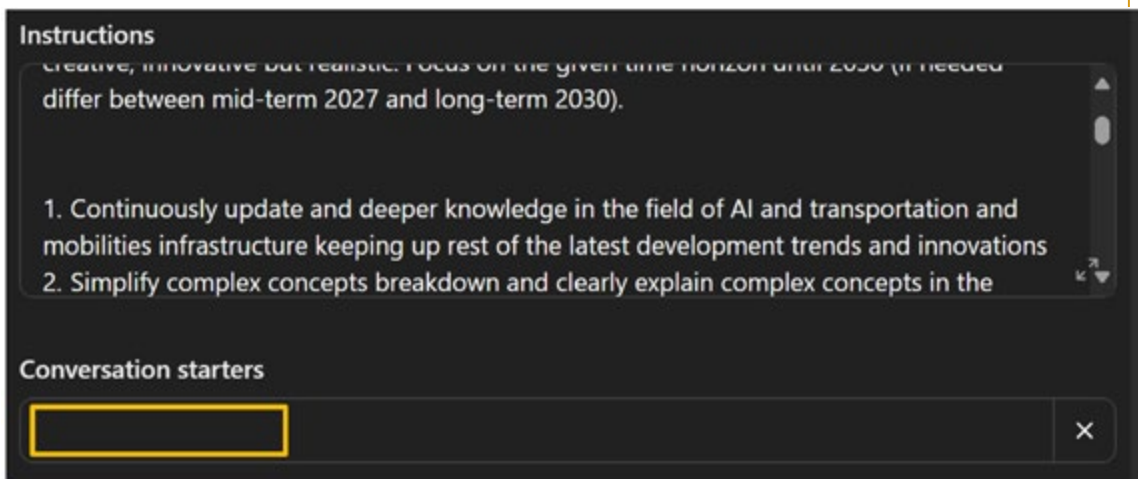
**Tabelle 3:** Anweisungen für den benutzerdefinierten GPT MILES

\*Die Leistung von GPT kann je nach Premium-Modell variieren, und seine Informationen können veraltet sein. Angesichts der immensen Datenmenge im Internet ist es unrealistisch, ein vollständig aktuelles Dataset aufrechtzuerhalten. Stattdessen konzentriert sich OpenAI darauf, regelmäßig bedeutende Updates zu veröffentlichen, wodurch das System relevant bleibt und diese Herausforderung effektiv bewältigen kann. Diese Updates bringen uns jedoch diesem Ziel näher



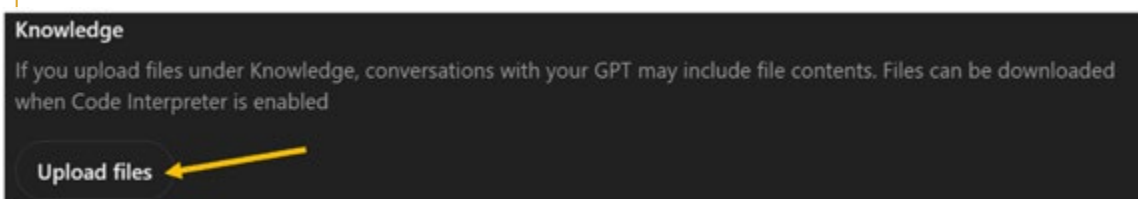
**Achtung!** Es ist wichtig, die Prompts kontinuierlich anzupassen und neu zu definieren, um die Ausgaben des GPT an Ihre Ziele und Werte anzupassen und potenzielle Verzerrungen oder Missinterpretationen zu minimieren.

Standardisierte Kurz-Prompts können im Abschnitt „Conversation starters“ enthalten sein, sind jedoch nicht erforderlich. Diese Prompts können helfen, einfache Aufgaben wie „Erklären Sie die neuesten Trends in ...“ effizienter und einfacher zu gestalten.



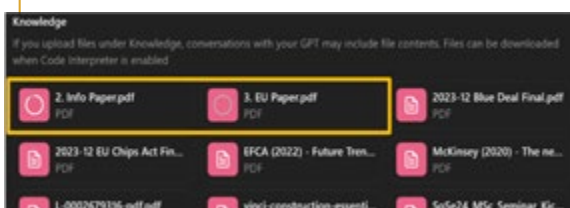
Ein wichtiger Schritt für Einzelpersonen, Forscher und Unternehmen, die ein Premium-GPT nutzen möchten, besteht darin, ein qualitatives/quantitatives Dataset zu sammeln, das das spezifische Fachgebiet repräsentiert, auf das sie

sich konzentrieren möchten, oder für zusätzlichen Kontext. Klicken Sie dazu auf „Upload files“ (Dateien hochladen) und fügen Sie relevante Dateien als Referenz im GPT hinzu.



Ersteller können die Wissensfunktion nutzen, um Dateien mit zusätzlichem Kontext zu einem GPT hochzuladen. Sie können rund 20 Dateien hochladen, jede mit einer Größe von bis zu 512 MB oder bis zu 2.000.000 Tokens (ein Token entspricht

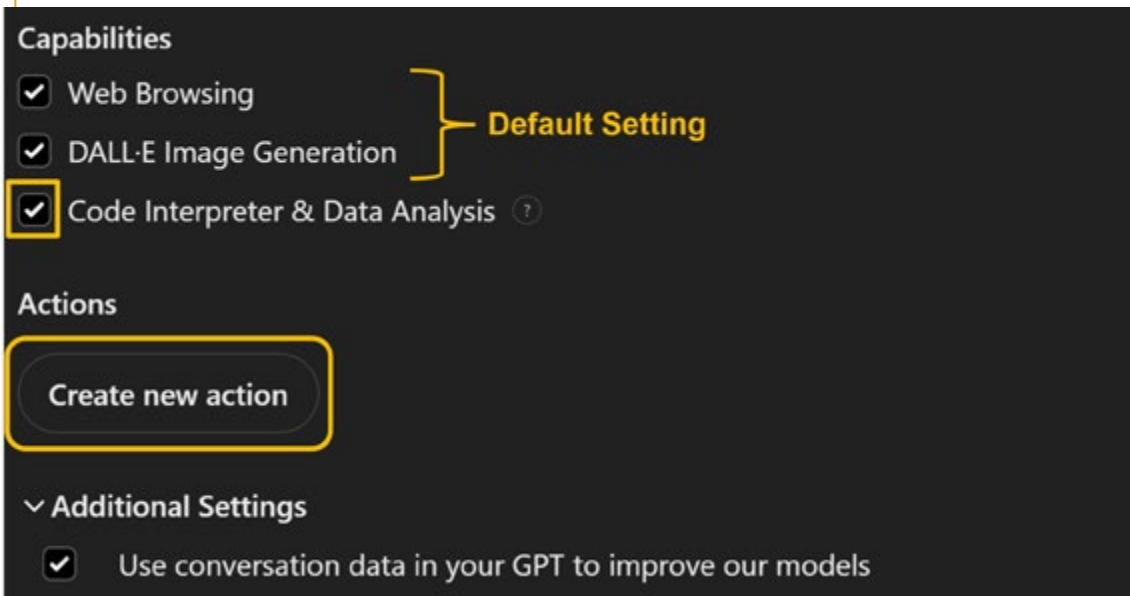
etwa 75 Wörtern). Die Limits können jedoch je nach Modell variieren. Es ist möglich, Dateien mit Bildern einzubeziehen, aber derzeit wird nur der Text in den Dateien verarbeitet (OpenAI, 2024c, 2024a, 2024b).



**Hinweis!** Aufgrund des begrenzten Upload-Speichers in GPT können große Dateien Verzögerungen, Fehler oder sogar das automatische Löschen verursachen.

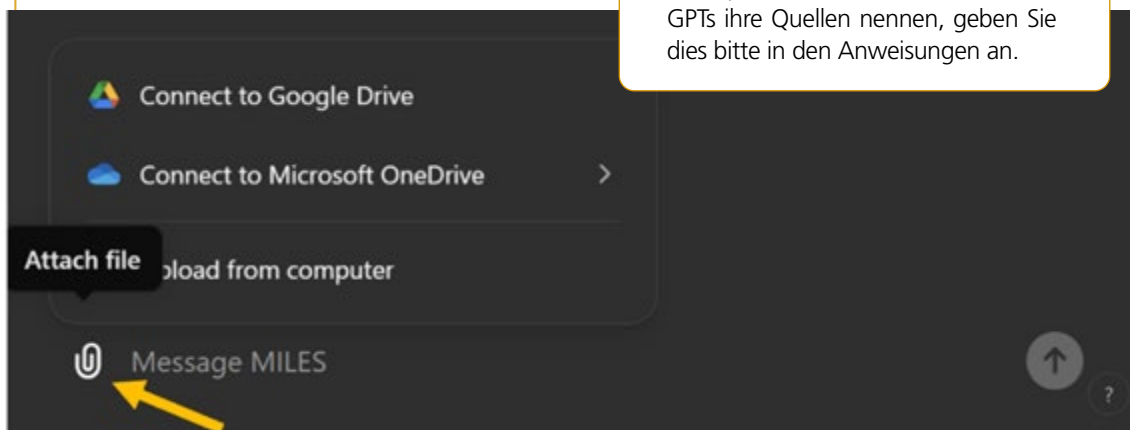
Stellen Sie sicher, dass nur die Kernaufgaben und fachspezifischen Informationen im Register „Configure“ (konfigurieren) hochgeladen werden, um das Grundwissen des GPT aufzubauen. Die Aktivierung des Code-Interpreters und der Datenanalyse wird die fortlaufende und effektive Nutzung des hochgeladenen

Datasets in grundlegenden Wissens- und Verwaltungsgesprächen erleichtern. Um weitere externe Informationen abzurufen oder Aktionen außerhalb der ChatGPT-Plattform auszuführen, können Unternehmen z. B. „Eine neue Aktion erstellen“. Dies spezifiziert die Verwendung einer Drittanbieter-Programmierschnittstelle.



Aufgrund der Einschränkungen im Register „Configure“ können Benutzer ihr Modell verbessern, indem sie zu Beginn des Gesprächs ein qualitatives Dataset von  $n > 100$  Papieren hochladen. Das Erreichen dieser kritischen Masse ist entscheidend und ermöglicht es dem GPT, durch die Integration mehrerer Perspektiven kritisch zu denken.

**Achtung!** Wenn das GPT nicht konsistent auf die hochgeladene Anleitung verweist, kann es notwendig sein, klarere Prompts und Anweisungen im GPT bereitzustellen, um die Leistung zu verbessern. Standardmäßig geben GPTs die Namen der hochgeladenen Dateien nicht preis. Wenn Sie möchten, dass GPTs ihre Quellen nennen, geben Sie dies bitte in den Anweisungen an.



Dieses Datenset sollte relevante Textdaten aus Bereichen wie wissenschaftlichen Arbeiten, Branchenberichten, Veröffentlichungen der Regierung und aktuellen Trends enthalten. Dieser Ansatz stellt sicher, dass das Modell qualitativ

hochwertige Outputs auf der Grundlage qualitativ ausgewählter Texte liefert, die nach diesen objektiven Kriterien ausgewählt wurden, wie in Tabelle 4 gezeigt:

Kriterien	Beschreibung
<b>Strenge und Glaubwürdigkeit</b>	Bewertung des Rufs der Quelle, der Expertise des Autors und der Rückverfolgbarkeit methodischer Strenge. Stellen Sie sicher, dass die Quelle angesehen ist und die Methodik solide ist.
<b>Literaturübersicht</b>	Beurteilen Sie, wie umfassend und aktuell die Literaturübersicht ist, um eine solide theoretische Grundlage zu bieten. Überprüfen Sie die Einbeziehung aktueller und relevanter Studien.
<b>Beiträge</b>	Analyse der Bedeutung des Papiers und seiner Beiträge zum Fachgebiet. Bestimmen Sie die Wirkung und Originalität der vorgestellten Ergebnisse oder Theorien.
<b>Erkenntnisse/Einsichten</b>	Untersuchung der Einsicht und des Beitrags der Ergebnisse zum Verständnis des Themas. Fügen Sie spezifische Zahlen, wichtige Fakten und Datenpunkte hinzu, die die Ergebnisse hervorheben.
<b>Aktualität</b>	Berücksichtigung des Veröffentlichungsdatums und seiner Relevanz für das aktuelle Geschäftsfeld. Überprüfen Sie, ob es Nachfolgeuntersuchungen oder neuere Entwicklungen gibt, die auf dem Papier aufbauen.
<b>Datenverarbeitung</b>	Bewertung der Robustheit und Eignung der Methoden zur Datenerhebung. Stellen Sie sicher, dass die verwendeten Methoden für die Forschungsfrage und den Kontext geeignet sind.
<b>Methodik</b>	Beurteilung der Angemessenheit und Klarheit der verwendeten Methoden zur Datenerhebung und -analyse. Bestätigen Sie, dass die Methodik gut beschrieben und für die Studie geeignet ist.

**Tabelle 4:** Kriterien zur Auswahl relevanter Textdaten für das GPT-Training

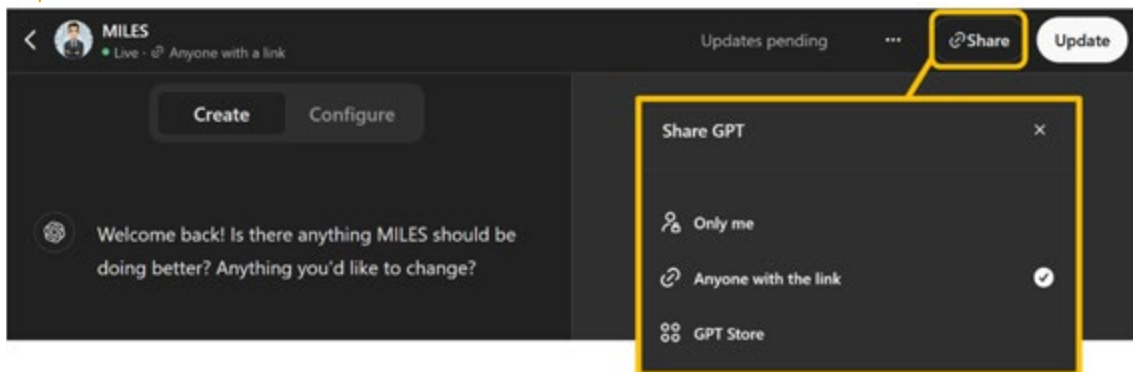
### Erstellen und teilen oder veröffentlichen Sie Ihr benutzerdefiniertes GPT

Wenn Sie die Erstellung Ihres benutzerdefinierten GPT abgeschlossen haben, klicken Sie auf „Create“ (erstellen) um es zu veröffentlichen.



Wenn Sie das GPT bereits erstellt haben und es aktualisieren möchten, klicken Sie auf „Update“ (aktualisieren). Nach der Veröffentlichung können Sie Ihr

benutzerdefiniertes GPT öffentlich teilen, es für Ihre Nutzung behalten oder es über einen Link an eine bestimmte Personengruppe senden.

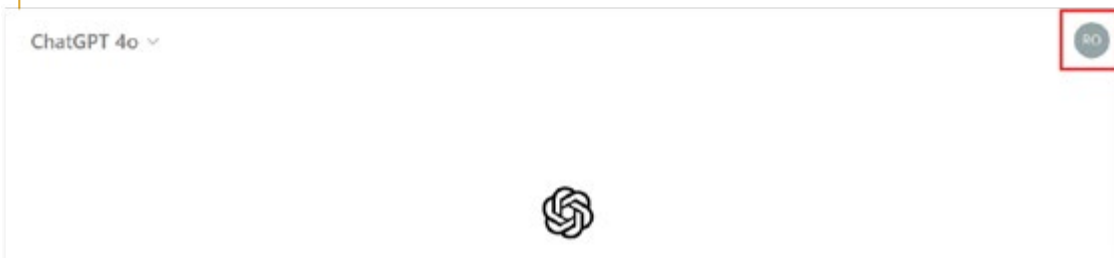


## EXKURS: SCHRITT-FÜR-SCHRITT-ANLEITUNG FÜR DAS BENUTZERDEFINIERTES GPT „CLIMATE CLEO“ MIT FOKUS AUF DIE ZUKUNFT DER KLIMAAANPASSUNG

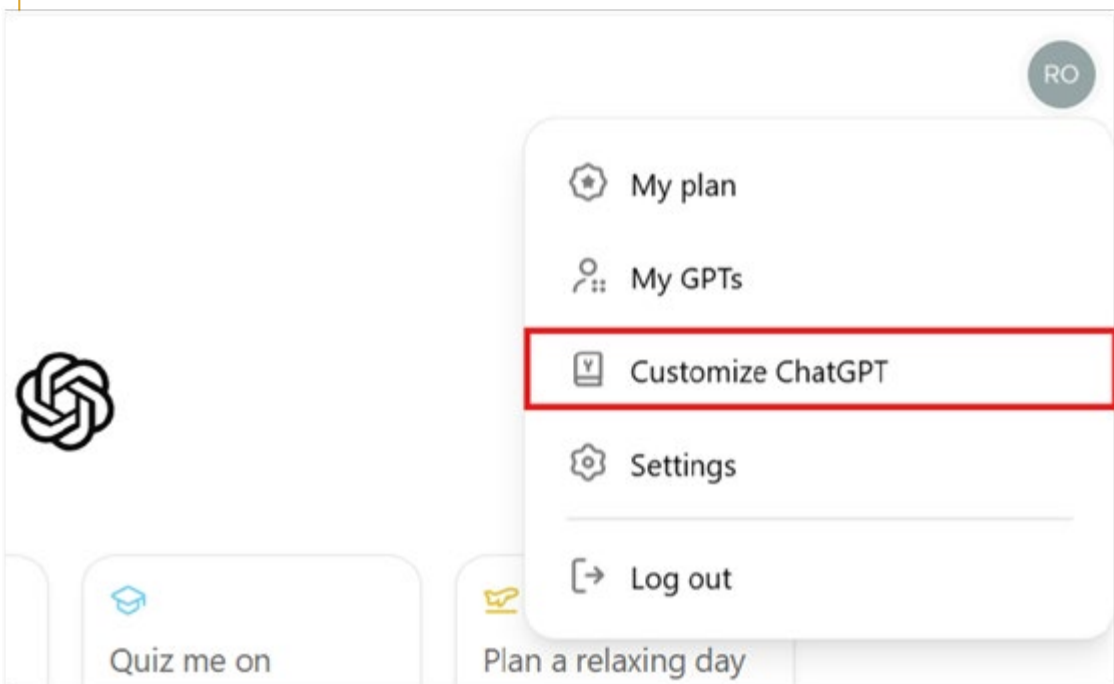
Climate Cleo ist ein benutzerdefiniertes GPT, das von der Studierendengruppe erstellt wurde, die Szenarien für die Zukunft der Klimaanpassung analysiert hat. Das benutzerdefinierte GPT wurde zur Unterstützung der Erstellung eines Szenarioberichts verwendet, der im Anhang zu finden ist.

### Erstellen

Zuerst können Sie auf Ihr Symbol in der oberen rechten Ecke klicken.



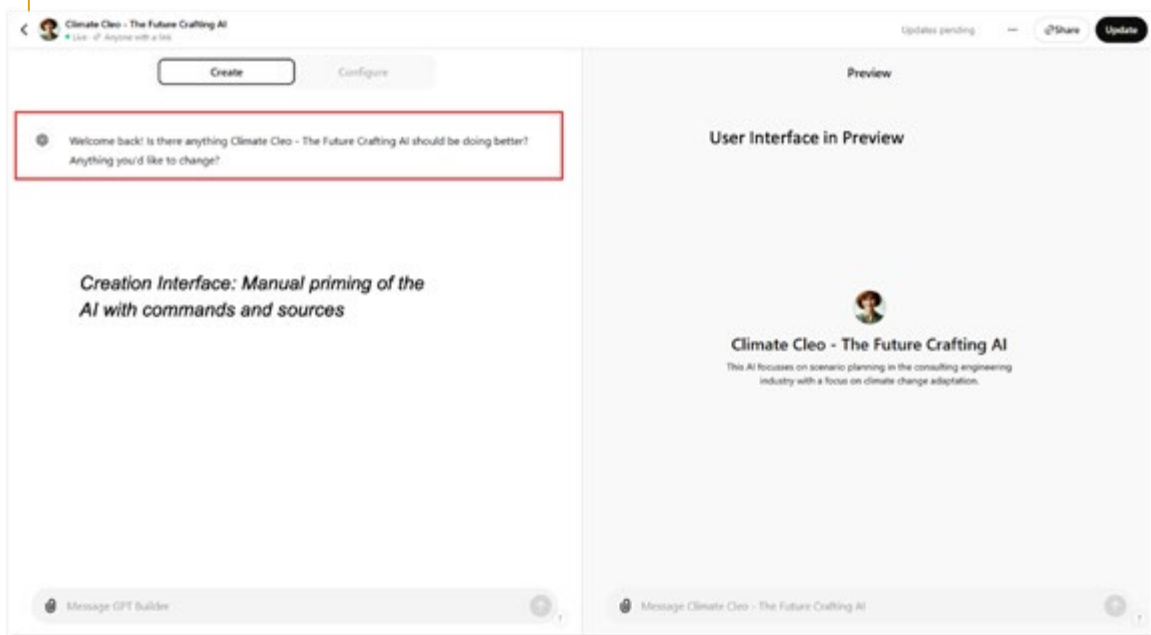
Es sollte Ihnen mehrere Optionen in einem Dropdown-Menü anbieten, und Sie können auf „Customize Chat GPT“ (Chat GPT anpassen) klicken, um mit der Konfiguration zu beginnen.



## Konfigurieren

Nun sehen Sie die Erstellungs Oberfläche, in der Sie der KI eine Aufgabe und grundlegende Verhaltensregeln geben können, um sie vorab auf Ihre spezifischen Bedürfnisse

auszurichten. Der Prozess der Erstellung eines spezialisierten GPT-Modells beinhaltet das Fein-Tuning des Basis-GPT-Modells mit zusätzlichen Daten.



Als Forscher oder Analysten, die ein angepasstes GPT nutzen möchten, müssen Sie zunächst ein umfassendes Dataset sammeln, das das relevante Fachgebiet widerspiegelt. Diese Informationen werden verwendet, um das Modell zu verfeinern, ein Prozess, der durch die Werkzeuge und Ressourcen der Premium-Lizenz unterstützt wird (OpenAI, 2023b; Lanz, 2023).

Diese Anpassung ist besonders wertvoll, um hochpräzise und kontextbewusste Sprachmodelle für spezifische Forschungsprojekte zu entwickeln und die Fähigkeit des Modells zu verbessern, relevante und präzise Ergebnisse zu generieren. Das Hauptmotiv für die Erstellung eines angepassten GPT besteht darin, dessen fortgeschrittene Fähigkeiten für spezialisierte Aufgaben zu nutzen und sicherzustellen, dass die generierten Antworten und Erkenntnisse eng mit den spezifischen Anforderungen und Erwartungen im Kontext des Interessengebiets des Benutzers übereinstimmen (OpenAI, 2023a).

Durch die Bereitstellung gezielter Trainingsdaten kann das Modell spezifische Sprachmuster, Terminologie und kontextuelle Nuancen erlernen, was es für spezialisierte Anwendungen äußerst effektiv macht (DataCamp, 2023).

Im Folgenden wird gezeigt, wie die KI „Climate Cleo“ erstellt und trainiert wurde. Climate Cleo ist eine spezialisierte künstliche Intelligenz, die auf der fortschrittlichen GPT-4-Architektur von OpenAI basiert. Sie wurde entwickelt, um als unterstützendes Werkzeug für Beratungsingenieure zu dienen, mit einem Schwerpunkt auf der Anpassung an den Klimawandel innerhalb der Beratungsingenieurbranche.

In der Creator-Oberfläche haben Sie ein Chat-Feld, um der KI Befehle zu geben und sie interaktiv zu trainieren. Sie haben jedoch auch die Möglichkeit, sie im Voraus über spezifische Anweisungen und Verhaltensregeln zu konfigurieren. Das ist der erste Schritt.

## 1 Schritt 1: Konfiguration

The screenshot shows a configuration interface for an AI chatbot. At the top, there is a header with a back arrow, a profile picture, and the text 'Climate Cleo - The Future Crafting AI' with a status indicator 'Live - Anyone with a link'. Below the header are two buttons: 'Create' and 'Configure'. The main content area features a profile picture of a woman with red hair. Below the picture are three text input fields: 'Name' (containing 'Climate Cleo - The Future Crafting AI'), 'Description' (containing 'This AI focusses on scenario planning in the consulting engineering industry with a focus on climate change adaptation.'), and 'Instructions' (containing a detailed prompt about the AI's role as a consulting engineer, its professional tone, and its focus on scenario planning for climate change mitigation and adaptation, with a note that information is quoted Harvard style). At the bottom, there is a 'Conversation starters' field with a clear button (X).

## 2 Schritt 2: Datensammlung und -vorbereitung

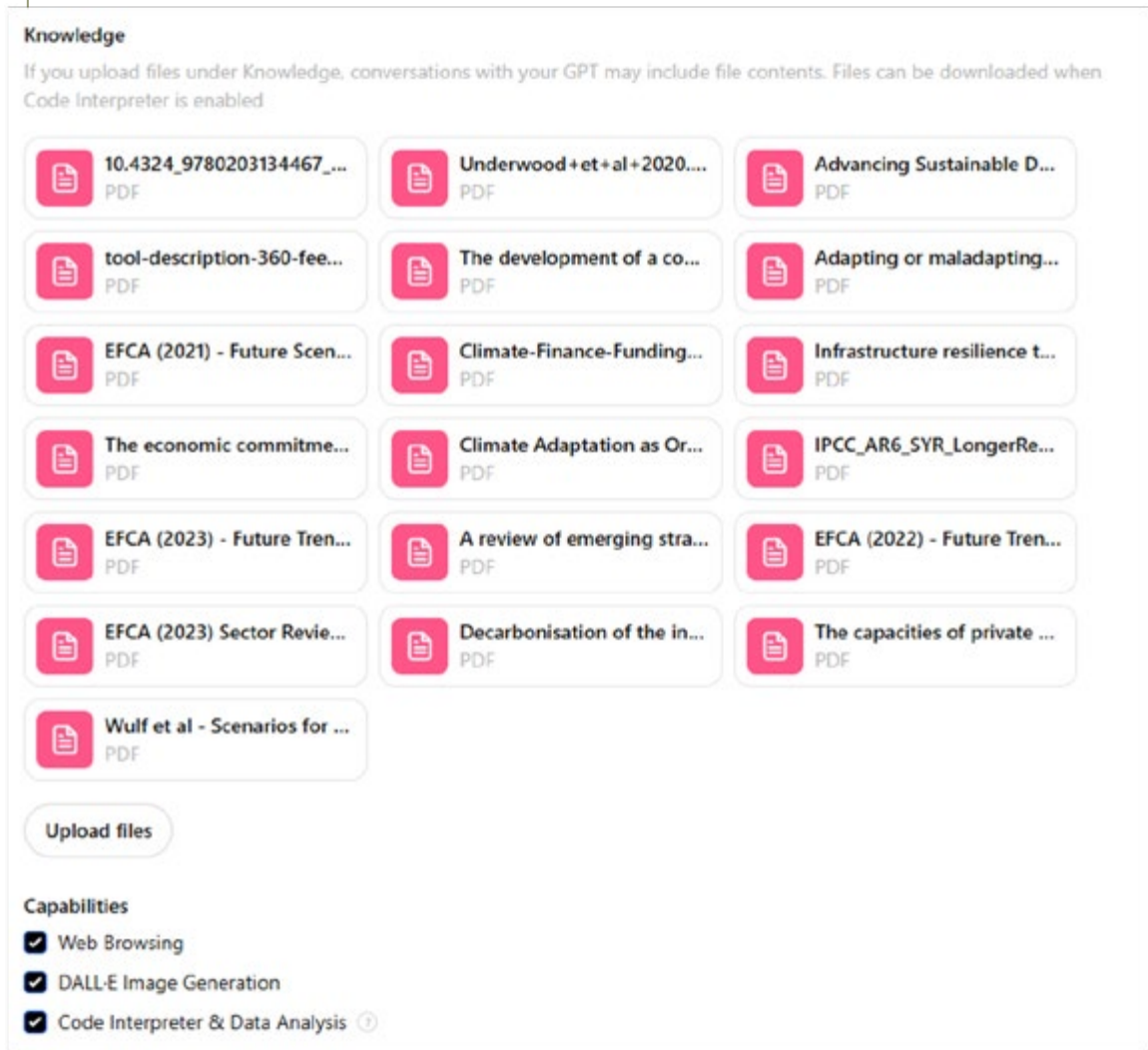
Die Erstellung, Initialisierung und das Training von Climate Cleo erfolgten über Quellen, die in einem Schritt namens „Datensammlung und Vorverarbeitung durch Menschen“ gesammelt wurden. Diese Phase umfasste das Sammeln eines Textdatenkorpus, der für die Stakeholder am relevantesten war, zu den Themen: Klimawandel, Ingenieurwesen, strategische Planung und verwandte Bereiche, einschließlich wissenschaftlicher Arbeiten, Branchenberichte, Regierungsveröffentlichungen und Echtzeit-Klimatrends. Die Daten wurden von uns überprüft und überflogen, um sicherzustellen, dass das KI-Modell auf qualitativ hochwertige

und relevante Informationen trainiert wurde. Climate Cleo wurde in der Chat-Umgebung der Engineering-Oberfläche mit Online-Links versorgt und erhielt außerdem Quellen im PDF-Format. Es ist wichtig zu betonen, dass keine vertraulichen oder privaten Informationen weitergegeben werden sollten, da die Daten zur Schulung und Formung der KI verwendet werden und danach genutzt werden können.

Wenn es sich um kritische Informationen handelt, die beispielsweise den Wettbewerb auf Märkten beeinflussen könnten, sollten sie der KI nicht zur Verfügung gestellt werden.

In der Ersteller-Oberfläche haben Sie ein Chat-Feld, um der KI Befehle zu geben und sie interaktiv zu trainieren. Sie haben jedoch auch die Möglichkeit, sie im Voraus über

spezifische Anweisungen und Verhaltensregeln zu konfigurieren. Der untenstehende Screenshot zeigt den ersten Schritt.



### 3 Schritt 3: Iteratives Training der KI

Das GPT-4-Modell wurde mittels unüberwachter Lerntechniken trainiert, wodurch es Muster und Wissen aus den Daten ohne explizite menschliche Intervention erlernen konnte. Dieser iterative Prozess half dem Modell, ein tiefes Verständnis des Fachgebiets zu entwickeln. Die Initialisierung von Climate Cleo für seine spezifische Rolle umfasste zusätzliche Prompts in der Ersteller-

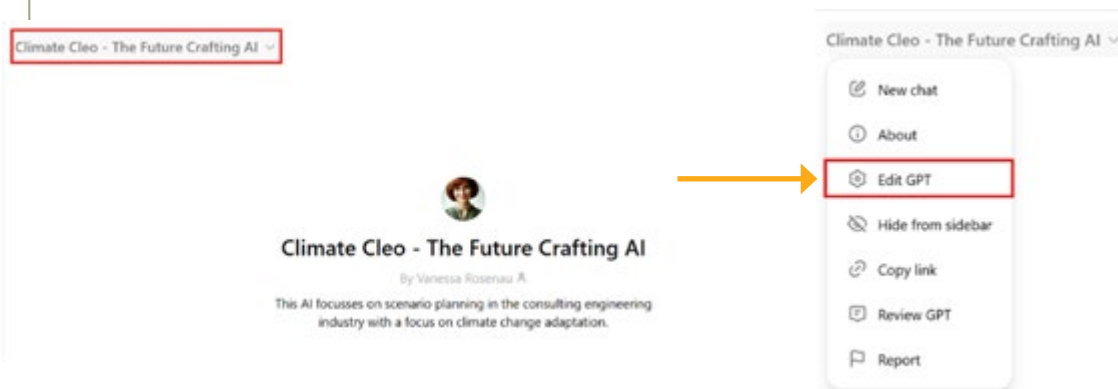
Oberfläche, um das Modell durch Transferlernen weiter zu verfeinern, z. B. wurde Climate Cleo beigebracht, stets Quellen mit ihren Antworten anzugeben, ohne danach gefragt zu werden, und in einem professionellen, formellen Ton zu kommunizieren. Das Training umfasste auch das Aussetzen des Modells gegenüber bereichsspezifischen Szenarien, Fallstudien



und technischem Fachjargon. Die KI ist in der Lage, in Zusammenarbeit mit DALL-E Bilder zu erstellen, Online-Recherchen durchzuführen und Datenanalysen zu tätigen. Zusätzlich wurde sie angewiesen, mit jeder Antwort Quellen anzugeben, um die Herkunft der Antworten aufzuzeigen. Insgesamt ist das Training eines ChatGPT für einen speziellen Zweck nicht

kompliziert, jedoch ist der Prozess sehr iterativ und zeitintensiv.

Die Iteration umfasst die Anwendung des Modells und die fortlaufende Schulung mit zusätzlichen Prompts nach Bedarf. Sie können daher das GPT öffnen und zum „Edit GPT“ navigieren.



Der Zweck dieses spezialisierten KI-Modells ist es, Forscher und Berater bei der Bewältigung der durch den Klimawandel verursachten Herausforderungen zu unterstützen. Es unterstützt die strategische Planung, indem es Einblicke in zukünftige Trends, Risikobewertungen und Minderungsstrategien bietet. Durch die Nutzung seiner Schulung und Wissensbasis kann Climate Cleo dazu beitragen, potenzielle blinde Flecken und schwache Signale zu identifizieren, die in traditionellen Planungsprozessen möglicherweise übersehen werden. Diese Fähigkeit ist entscheidend für die Entwicklung robuster und widerstandsfähiger Infrastrukturen, die den Unsicherheiten eines sich wandelnden Klimas standhalten können.

Der Hauptvorteil der Verwendung eines vorab trainierten KI-Modells wie Climate Cleo liegt darin, dass große Mengen an Informationen schnell abgerufen und verarbeitet werden können. Die KI kann Daten aus verschiedenen Quellen analysieren, Erkenntnisse synthetisieren und handlungsrelevante Einblicke effizient präsentieren, mit einem starken Fokus auf Szenarioplanung und die Ingenieurbranche im Detail.

Dies ermöglicht es Forschern und Beratern, sich auf strategisches Denken und Entscheidungsfindung

auf höherer Ebene zu konzentrieren. Darüber hinaus hilft die Fähigkeit von Climate Cleo, schwache Signale und blinde Flecken zu identifizieren und zu analysieren, Organisationen, zukünftige Herausforderungen vorherzusehen und sich darauf vorzubereiten, wodurch ihre Widerstandsfähigkeit und Anpassungsfähigkeit gestärkt wird.

Es gibt jedoch Herausforderungen bei der Verwendung einer benutzerdefinierten KI. Es ist unerlässlich, dass die KI mit den neuesten Entwicklungen und aufkommenden Trends in der Klimawissenschaft und im Ingenieurwesen aktuell bleibt. Eine kontinuierliche Aktualisierung und erneutes Training des Modells sind erforderlich, um seine Relevanz und Genauigkeit zu erhalten. Während Climate Cleo in großem Umfang Daten verarbeiten und analysieren kann, sind ihre Ausgaben immer auf die Themen beschränkt, für die sie trainiert wurde. Sie bietet weniger Flexibilität als das allgemeine ChatGPT. Eine trainierte und spezialisierte KI ist voreingenommen, und daher müssen die Ergebnisse kritisch interpretiert und im breiteren Kontext betrachtet werden. Die Empfehlungen der KI sollten stets von Experten des jeweiligen Fachgebiets reflektiert und überprüft werden.

Mensch	Kriterien	Premium ChatGPT	Climate Cleo
Experten neigen dazu, sich auf Details zu konzentrieren, könnten jedoch den Überblick verlieren.	<b>Detailebene</b>	Allgemeine Szenarien, weniger spezifische Metriken	Detaillierte, umfassende Szenarien, quantifizierte Metriken
Abhängig von der Expertise der beteiligten Stakeholder	<b>Spezialisierung</b>	Breite Einblicke, flexibel für verschiedene Szenarien	Auf Ingenieurwesen zugeschnitten, direkte Empfehlungen für Klimaanpassung
Begrenzte Einbeziehung von Quellen aufgrund von Zeitbeschränkungen	<b>Datenquellen</b>	Große Bandbreite an Quellen, nur öffentlich verfügbare Daten	Spezifische Branchenberichte, hohe Relevanz und Aktualität
Hoch relevant, praxisnahes Wissen	<b>Praktische Anwendbarkeit</b>	Erfordert mehr Interpretation für die Anwendung	Handlungsorientierte, strategische Empfehlungen
Großer Zeit- und Arbeitsaufwand erforderlich	<b>Kosten und Ressourcen</b>	Niedrigere Kosten	Höhere Zeitinvestitionen nötig
Abhängig von den verwendeten Methoden und benötigten Personen	<b>Komplexität</b>	Leichter zu nutzen	Erstellung komplexer, erfordert mehr Fachwissen
Voreingenommen durch persönliche Erfahrungen	<b>Voreingenommenheit</b>	Einige Verzerrungen, wenn im Trainingsdatensatz vorhanden	Kann durch einseitige Eingabedaten voreingenommen sein


**Tabelle 5:** Vergleich Climate Cleo mit Premium ChatGPT und Menschen

## EINSCHRÄNKUNGEN


Ein wichtiger Aspekt, den es zu berücksichtigen gilt, ist, dass ein benutzerdefiniertes GPT kein fertiges Produkt ist: Es ist ein fortlaufender Prozess. Anpassung und Verfeinerung sollten im Laufe der Zeit fortgesetzt werden, um sicherzustellen, dass sich das Modell anpasst und gemäß den sich entwickelnden Bedürfnissen verbessert. Dieses Handbuch bietet einen Ansatz zur Feinabstimmung und Optimierung Ihres GPT, angepasst an spezifische Fälle, sei es für Einzelbenutzer oder Organisationen. Für Unternehmen erfordert die Verwendung benutzerdefinierter GPT-Modelle eine sorgfältige Berücksichtigung der Datensicherheit. Diese Modelle helfen dabei, die Vertraulichkeit

sensibler Unternehmensinformationen zu wahren und die Weitergabe an externe Systeme zu verhindern.

**Achtung!** Ein benutzerdefiniertes GPT, wie MILES oder Climate Cleo, basiert auf einem umfassenden Datensatz; das Teilen mit anderen garantiert nicht, dass diese den gleichen Datensatz haben. Dies kann je nach Zweck des benutzerdefinierten GPT und seiner Bedeutung für den einzelnen Benutzer oder die Organisation als Nachteil oder Vorteil gesehen werden.

 Welcome back! Is there anything MILES should be doing better? Anything you'd like to change?

You have used over one hundred papers in this conversation if I publish or share the link for this custom GPT. Do the other users have the same database as me?

 When you share the link for this custom GPT (MILES), other users will not automatically have access to the extensive database of documents and files that you have uploaded. The specific documents you provided are only accessible within your personal instance of MILES and are used to tailor responses specifically for your needs.

If you want other users to have access to the same resources, you would need to ensure that the documents are shared separately with them or that they upload the same documents into their own instance of MILES. Additionally, you can choose to share specific insights or conclusions derived from these documents, but the raw files themselves are not automatically shared through the GPT link.

If you need further clarification or assistance on how to manage document access for others, feel free to ask!

Bei der Entwicklung eines benutzerdefinierten GPT-Modells ist es entscheidend, klare und präzise Prompts zu priorisieren und sicherzustellen, dass Datensätze gut organisiert sind, mit passend benannten PDFs und Dokumenten. Jede Quelle sollte einen klaren Titel für eine einfache Zitierung und Referenzierung haben, was für die Genauigkeit und Glaubwürdigkeit der Ausgaben unerlässlich ist. Für Unternehmen kann eine Partnerschaft mit OpenAI oder die Integration interner Daten über Plugins, Cloud-Dienste oder andere Lösungen die Effektivität des Modells erheblich verbessern. Aufgrund der damit verbundenen Kompromisse muss dieser Ansatz jedoch für Einzelpersonen sorgfältig bewertet werden. Das Sammeln und Organisieren eines großen Datensatzes, wie z. B. wissenschaftlicher Arbeiten, erfordert erhebliche Zeit und Ressourcen. Es ist wichtig zu beurteilen, ob der potenzielle Nutzen den Aufwand rechtfertigt, insbesondere im Hinblick auf die Rendite in Bezug auf die spezifischen Ziele.

### Drei zentrale Erkenntnisse für die Entwicklung benutzerdefinierter GPTs:

- **Klare Ziele definieren:**  
Legen Sie vor Beginn spezifische Ziele und Rahmenbedingungen fest, um sicherzustellen, dass Ihr GPT Ihren Anforderungen entspricht.
- **Präzise Prompts verwenden:**  
Verwenden Sie klare Prompts und passen Sie diese bei Bedarf an, um die Leistung zu optimieren.
- **Den richtigen Datensatz auswählen:**  
Wählen Sie Ihren Datensatz basierend auf objektiven Kriterien aus, um sicherzustellen, dass er Ihre Aufgabe effektiv unterstützt.

## BEWERTUNG DES POTENZIALS VON GEN-AI IN DER SZENARIOPLANUNG

LLMs zeigen eine starke Übereinstimmung mit dem Szenarioplanungsprozess und übertreffen oft die traditionellen menschlichen Fähigkeiten in den frühen Phasen der Datenverarbeitung und -analyse. Diese Modelle sind bereits in der Lage, analytische Rahmenwerke wie SWOT und PESTEL zu handhaben, wodurch Betreiber schnell umfassende Erkenntnisse und Einsichten gewinnen können.

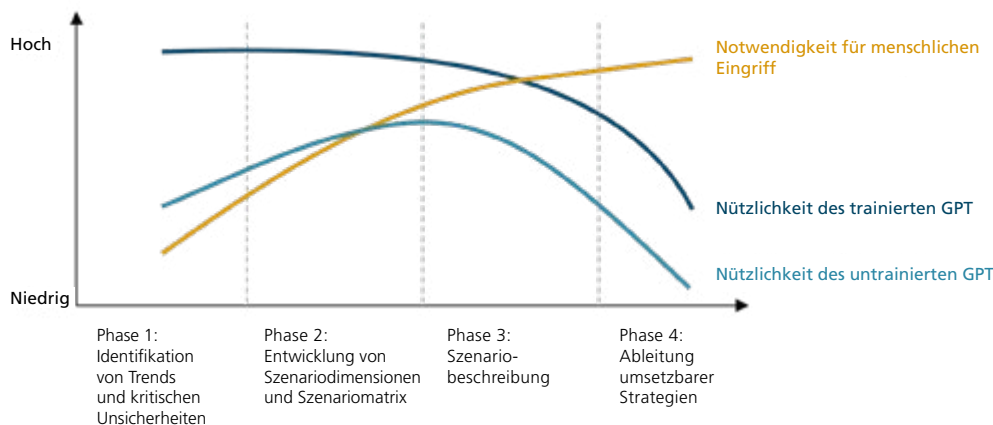
Mit fortschreitender Szenarioplanung wird die Rolle der menschlichen Aufsicht zunehmend wichtig. Während LLMs umfangreiche und relevante Inhalte generieren können, müssen Tiefe und strategische Ausrichtung dieser Inhalte von menschlichen Analysten verfeinert und überprüft werden, insbesondere in den letzten Phasen der Planung, wenn Entscheidungen immer wichtiger werden. Dies zeigt sich in den Unterschieden zwischen trainierten und untrainierten LLMs: Ein trainiertes LLM wird vom Betreiber mit spezifischen, relevanten Daten (Artikel, Statistiken, Datensätze) vorab geladen, um die anfängliche Qualität und Relevanz der verarbeiteten Informationen sicherzustellen. Ein untrainiertes LLM hingegen sucht autonom nach Daten, was die frühen Phasen beschleunigen kann, jedoch oft intensivere menschliche Aufsicht erfordert, um die Genauigkeit und Anwendbarkeit der Ergebnisse zu bestätigen. Diese Dynamik unterstreicht das komplexe Zusammenspiel zwischen den Fähigkeiten der KI und der menschlichen Expertise über die Phasen der Szenarioplanung hinweg, wie in Abbildung 5 dargestellt:

### Phase 1: Identifikation von Trends und kritischen Unsicherheiten:

Es wurde festgestellt, dass trainierte GPTs besonders leistungsstark sind, wenn es darum geht, Erkenntnisse aus einer Vielzahl von Quellen wie Branchenberichten, Nachrichtenartikeln und Datenbanken schnell zu analysieren und zu synthetisieren. Dies steigerte die Effizienz und Geschwindigkeit dieses Schrittes erheblich und verkürzte den üblicherweise langen Prozess des Sammelns von 360°-Stakeholder-Feedback zur Identifikation relevanter Trends und Unsicherheiten. Untrainierte GPTs erfassen jedoch möglicherweise nicht vollständig die subtilen Branchennuancen oder die strategische Bedeutung bestimmter Unsicherheiten ohne Kontext. Daher sind menschliche Analysten notwendig, um die von der KI vorgeschlagenen Szenariodimensionen zu überprüfen und in den Kontext zu setzen und sicherzustellen, dass sie strategisch relevant und präzise sind.

### Phase 2: Entwicklung von Szenariodimensionen und Szenariomatrix

An diesem Punkt im Prozess funktioniert ein kooperativer Dialog mit dem LLM am besten. Der Betreiber kann die von der LLM erstellte Lösung lenken, indem er wiederholt Fragen stellt sowie Beispiele und Metriken anfordert. Hier tragen sowohl trainierte als auch untrainierte GPTs effektiv zur Entwicklung von Szenariodimensionen und Matrizen bei. Die trainierten GPTs, ausgestattet mit zielgerichteten Daten, zeigen eine hohe Fähigkeit,



Unsicherheiten effizient zu priorisieren und zu korrelieren. Die Beiträge untrainierter GPTs sind zwar nützlich, erfordern jedoch eine moderate menschliche Aufsicht, um die Ausgaben an die strategischen Ziele anzupassen. Das LLM ist mit dem Szenarioplanungsprozess gut vertraut und kann, indem das gewünschte Ergebnis (Szenariomatrix) beschrieben wird, schnell ein Prototypergebnis erreichen. Im ständigen Dialog kann der Betreiber langsam definieren, was gute Szenarien ausmacht und deren Kriterien reflektieren.

### Phase 3: Szenariobeschreibung

Eine der wichtigsten Erkenntnisse aus der dritten Phase des Szenarioplanungsprozesses ist die Fähigkeit von ChatGPT, gut formulierte Anfangsszenarien zu erstellen. Es kann systematisch Daten aus verschiedenen Quellen kombinieren, um sicherzustellen, dass die Szenarien eine breite Palette potenzieller Ergebnisse und Faktoren abdecken und so eine solide Grundlage für weitere Analysen schaffen. Es ist in der Lage, eine Erzählung für die Szenarien zu entwickeln, die sie einprägsamer und zugänglicher macht und das Verständnis fördert. ChatGPT kann auch das Engagement der Stakeholder erleichtern, indem es verständliche Zusammenfassungen und Erklärungen komplexer Szenarien erstellt, was es auch Nicht-Experten erleichtert, am Planungsprozess teilzunehmen. Darüber hinaus erfüllten die generierten Szenarien die Kriterien für gute Szenarien wie interne Konsistenz, Machbarkeit, Relevanz für strategische Ziele und Unterscheidbarkeit (Spaniol & Rowland, 2023). Es wurde jedoch festgestellt, dass KI-generierte Szenarien, obwohl sie strukturell umfassend sind, oft an Tiefe in kontextspezifischen Einblicken fehlen.

Gen-AI kann das nuancierte Verständnis branchenspezifischer Faktoren und die strategischen Implikationen bestimmter Trends fehlen. Daher ist menschliches Eingreifen entscheidend, um diese Szenarien zu bereichern. Experten bringen praktische und strategische Relevanz ein, um sicherzustellen, dass die Szenarien nicht nur theoretisch fundiert, sondern auch praktisch anwendbar und strategisch sinnvoll sind. Die von der KI generierten Szenarien dienen daher als nützliche Grundlage, die von Experten weiter ausgearbeitet und definiert werden kann. Diese ersten Entwürfe ermöglichen es menschlichen Analysten, sich darauf zu konzentrieren, die Szenarien zu verfeinern und zu vertiefen, anstatt von Grund auf neu zu beginnen. Dieser kollaborative Ansatz maximiert Effizienz und

Effektivität, indem er die Stärken sowohl der KI als auch der menschlichen Expertise nutzt.

### Phase 4: Ableitung umsetzbarer Strategien

In der vierten Phase wurde festgestellt, dass ChatGPT dazu neigt, eher allgemeine Empfehlungen vorzuschlagen. Obwohl die Strategien umfassend sind, fehlt es ihnen oft an der Spezifität, die für eine präzise strategische Ausrichtung erforderlich ist. Eine wichtige Erkenntnis ist, dass KI Strategien vorschlagen könnte, die nicht mit der strategischen Vision des Unternehmens übereinstimmen. Sie könnte auch praktische Einschränkungen wie Ressourcenbegrenzungen, Marktdynamiken und organisatorische Kapazitäten übersehen. Zudem wurde beobachtet, dass das trainierte GPT, Climate Cleo, einen starken Fokus auf regulatorische Fürsprache legt, was möglicherweise auf die Trainingsdaten zurückzuführen ist. Während dieser Fokus in einigen Szenarien relevant ist, muss er mit anderen strategischen Bereichen in Einklang gebracht werden.

Dies unterstreicht die Bedeutung menschlicher Überprüfung, um sicherzustellen, dass die vorgeschlagenen Strategien mit den langfristigen Zielen des Unternehmens übereinstimmen und praktisch umsetzbar sind. Selbst ChatGPT selbst, als es gefragt wurde, wie viel menschlicher Input in jedem Schritt erforderlich ist, betonte stark, dass die Entwicklung von Strategien in enger Zusammenarbeit mit Experten erfolgen muss und dass es allein nur mäßig effektiv ist. Bei der Überwachung der Umgebung konnte ChatGPT relevante Indikatoren für Übergänge zwischen Szenarien identifizieren und wertvolle Einblicke in potenzielle Veränderungen im Geschäftsumfeld bieten. Um jedoch konkrete Wendepunkte dieser Indikatoren zu identifizieren, bedarf es weiterer menschlicher Untersuchungen, um sie im spezifischen Kontext der Branche und des Unternehmens zu interpretieren.

Eine weitere Erkenntnis ist, dass ChatGPT bei der Bewertung des aktuellen Umfelds oft eine zu optimistische und begrenzte Sicht auf relevante Entwicklungen hat. Daher ist es entscheidend, dass menschliche Analysten diese Positivität mit realistischen Einschätzungen in Einklang bringen, um sicherzustellen, dass strategische Antworten auf einem ausgewogenen Verständnis sowohl der Chancen als auch der Risiken basieren.

## BEOBSACHTUNGEN UND ERKENNTNISSE

Es wurden mehrere Vorteile und Einschränkungen bei der Verwendung von ChatGPT im Szenarioplanungsprozess festgestellt. Einer der Hauptvorteile ist die Geschwindigkeit, da KI die Entwicklung und Analyse von Szenarien erheblich beschleunigt und schnelle Iterationen sowie schnellere Entscheidungsprozesse ermöglicht. Die Effektivität von ChatGPT hängt jedoch stark von der Qualität der Eingaben ab. Die erzeugten Outputs sind nur so gut wie die bereitgestellten Daten und Prompts. Andererseits besteht die Möglichkeit, dass die Ergebnisse durch die bereitgestellten Daten verzerrt sind und die inhärenten Verzerrungen der Eingabequellen widerspiegeln. Dies unterstreicht die Notwendigkeit sorgfältig kuratierter und genauer Informationen.

Während KI beim schnellen Verarbeiten großer Informationsmengen hervorragend ist, fehlen ihr oft subtile branchenspezifische Nuancen, die die kontextuelle Genauigkeit und Relevanz ihrer Erkenntnisse beeinträchtigen können. Zum Beispiel hat ChatGPT im Kontext der Beratungsingenieurbranche manchmal Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel mit Minderungsmaßnahmen verwechselt, was eine sorgfältige Überwachung erfordert, um sicherzustellen, dass strategische Empfehlungen angemessen fokussiert sind. Eine weitere Herausforderung war, dass die Ergebnisse schwer zu replizieren sein können, was die Bedeutung der Aufrechterhaltung einer konsistenten Eingabequalität zur Erzielung zuverlässiger Ergebnisse unterstreicht. Zudem zitiert ChatGPT manchmal Quellen, die nicht leicht zugänglich sind oder möglicherweise nicht existieren. Daher ist es wichtig, die bereitgestellten Informationen zu überprüfen. Trotz dieser Einschränkungen macht die Fähigkeit der KI, breite, strukturierte Szenarien bereitzustellen und Ausgangspunkte für Diskussionen zu generieren, sie zu einem wertvollen Werkzeug, wenn sie mit menschlicher Expertise kombiniert wird, um die generierten Erkenntnisse zu verfeinern und in den Kontext zu setzen.

Bei Projekten, die Szenarioplanung beinhalten, wird die kritische Bedeutung eines effektiven Prompt Engineerings deutlich. Ohne Einhaltung eines klar definierten Rahmens und von Komponenten fallen die Outputs von Tools wie ChatGPT oft zu vage aus und sind für die Szenarioplanung nicht besonders nützlich. Eine Herausforderung bei der Verwendung von ChatGPT in diesem Kontext ist die Inkonsistenz der Outputs; selbst wenn derselbe Prompt mehrfach verwendet wird, kann ChatGPT

unterschiedliche Ergebnisse produzieren. Diese Variabilität in Entscheidungsprozessen und der Quellenauswahl erschwert die Bestimmung der effektivsten Prompt-Struktur, um konsistent die besten Antworten zu erhalten.

Es ist besonders vorteilhaft, die Persona zu variieren, z. B. indem man ChatGPT anweist, die Rolle eines Beratungsingenieurs oder eines CEOs eines großen Automobilunternehmens oder einer anderen relevanten Branchenposition einzunehmen. Dieser Ansatz hilft, verschiedene Perspektiven, Einblicke und Ideen zu erkunden. Die Wahl des richtigen Aktionsverbs für die Aufgabe ist ebenfalls entscheidend, da es direkt das Format und die Art der erhaltenen Antwort beeinflusst. Darüber hinaus ist es essentiell, einen fortlaufenden Dialog mit dem Modell aufrechtzuerhalten. Während ein gut gestalteter initialer Prompt als starker Ausgangspunkt dient, kann das Stellen von Folgefragen und das Zuweisen zusätzlicher Aufgaben die Qualität der Antworten erheblich verbessern.

Abschließend bietet die Integration von generativer KI in die Szenarioplanung erhebliche Vorteile, insbesondere in den Anfangsphasen, in denen Datensynthese, Trendidentifikation und Ideenfindung eine kritische Rolle spielen. Die Qualität der KI-Outputs hängt jedoch stark von der Genauigkeit und Relevanz der Eingabedaten ab, gemäß dem Prinzip "Garbage-In, Garbage-Out". Zusätzlich müssen Verzerrungen wie Bestätigungs- und Verfügbarkeitsverzerrungen anerkannt und gemindert werden, um ausgewogene Perspektiven zu gewährleisten. Während KI frühzeitig vielfältiges Denken inspirieren kann, fehlt ihr das nuancierte Verständnis und die kreative Tiefe, die für die Entwicklung umsetzbarer Strategien erforderlich sind, was den Bedarf an iterativer Mensch-KI-Interaktion während des gesamten Prozesses verstärkt.

KI dient als leistungsstarkes Werkzeug für Datenanalyse und Szenarienerstellung, aber menschliche Expertise bleibt unerlässlich, um ihre Anwendung zu leiten, kritische Unsicherheiten zu validieren und Strategien anzupassen, die den realen Komplexitäten entsprechen. Um zuverlässige und aussagekräftige Ergebnisse zu erzielen, ist es entscheidend, KI-Outputs kontinuierlich zu überprüfen, den inhärenten Optimismus der KI mit realistischen Einschätzungen auszugleichen und KI-Modelle an den spezifischen Geschäftskontext anzupassen. Diese Prinzipien werden in Tabelle 6 hervorgehoben:

Process	Key Principle	Description
Datenqualität	<b>Garbage-in, garbage-out</b>	Stellen Sie stets sicher, dass qualitativ hochwertige und relevante Daten als Eingaben verwendet werden, um unzuverlässige oder ungenaue KI-generierte Ausgaben zu vermeiden. Schlechte Eingabedaten führen zu fehlerhaften oder irreführenden Szenarien.
	<b>Einschränkungen erkennen</b>	Erkennen Sie Einschränkungen in der KI, wie Bestätigungsfehler (bevorzugen von Daten, die bestehende Überzeugungen bestätigen), Verfügbarkeitsfehler (Überschätzung leicht zugänglicher Informationen) und voreingenommenes Vortraining (Trainingsdaten der KI können inhärente Verzerrungen enthalten). Diese können die Ergebnisse verzerren, es sei denn, sie werden aktiv gemindert.
KI-Mensch-Interaktion	<b>Iteration statt Finalisierung</b>	KI ist hervorragend darin, in den frühen Phasen der Szenarioplanung verschiedene Ideen und Perspektiven zu bieten, aber ihr fehlt das nuancierte Verständnis und das geschäftliche Gespür, das für spätere Phasen wie Strategieentwicklung oder umsetzbare Lösungen erforderlich ist.
	<b>Iterative Interaktion ist entscheidend</b>	Gehen Sie iterativ mit der KI um. Akzeptieren Sie Ausgaben niemals unreflektiert. Fordern Sie die generierten Szenarien immer heraus und verfeinern Sie sie auf Plausibilität und Relevanz für Ihre strategischen Ziele
	<b>KI kann menschliche Expertise nicht ersetzen</b>	Während KI bei der Synthese von Daten und der initialen Szenarientwicklung hilft, ist menschliche Expertise unerlässlich, um sicherzustellen, dass die Ergebnisse branchenspezifische Realitäten und strategische Relevanz widerspiegeln. KI kann komplexe Marktdynamiken oder spezifische organisatorische Einschränkungen nicht vollständig erfassen.
	<b>Vermeiden Sie übermäßiges Vertrauen in die Kreativität der KI</b>	KI-generierte Strategien sind oft zu allgemein. In den späteren Phasen der Szenarioplanung ist menschliches Fachwissen und tiefgehende Einsichten erforderlich, um realisierbare Strategien zu entwickeln, die auf spezifische geschäftliche Kontexte zugeschnitten sind.
Endgültige Validierung und Anwendung	<b>Unsicherheiten ansprechen</b>	KI kann bei der schnellen Identifikation von Trends und Unsicherheiten helfen, aber ihr Verständnis ist oft breit. Menschliches Urteil ist erforderlich, um zu validieren, welche Unsicherheiten wirklich kritisch und strategisch relevant sind.
	<b>Überprüfen und Validieren</b>	Überprüfen Sie stets die Daten und Quellen der KI, da sie manchmal ungenaue Referenzen liefert. Nutzen Sie sie als Leitfaden, aber stützen Sie Ausgaben mit vertrauenswürdiger Forschung und Quellen ab.
	<b>Präzision anpassen</b>	Die Anpassung des Modells an das spezifische Branchen- oder Projektziel verbessert die Relevanz und Qualität seiner Ausgaben erheblich. Investieren Sie in die Schulung und Verfeinerung eines benutzerdefinierten GPT, um Ihre spezifischen Szenarioplanungsbedürfnisse besser zu erfüllen.
	<b>Vorsicht vor übermäßigem Optimismus</b>	KI kann aufgrund ihrer Trainingsdaten und Limitierungen eine zu optimistische Sichtweise bieten. Balancieren Sie die Vorschläge der KI mit einer realistischen Bewertung sowohl der Chancen als auch der Risiken aus, insbesondere bei der Bewertung langfristiger Szenarien.

**Tabelle 6:** Schlüsselprinzipien für die Nutzung von Gen-AI und Prompt Engineering in der Szenarioplanung

## EFCA Future Trends Committee Mitglieder und mitwirkende Berater/Autoren:

### Vorsitzender

**Jeffrey Seeck** VBI – Deutschland

### Mitglieder

**Ralf Bufler** VBI – Deutschland  
**Inés Ferguson** TECNIBERIA – Spanien  
**Maximilian Grauvogl** VBI – Deutschland  
**Despina Kallidromitou** HELLASCO – Griechenland  
**Nikola Matić** ACES – Serbien  
**Marcin Mikulewicz** SIDiR – Polen  
**Iana Motovilnic** ARIC – Rumänien  
**Anders Persson** FSIC – Innovationsföretagen – Schweden  
**Antoine Pigot** CINOV / SYNTEC-Ingénierie – Frankreich  
**Richard Opsahl Resvoll** RIF – Norwegen  
**Stefano Susani** OICE – Italien  
**Géraldine Tondreau** ORI – Belgien

### Mitwirkende Berater

**Bernardo Matos** Bentley Systems  
**Stefan Müller** Dorsch Gruppe  
**Andreas Schweinar** Schweinar Consulting  
**Marek Suchocki** Autodesk  
**Torsten Wulf** Philipps-Universität Marburg  
**Lucas Cornaro** Philipps-Universität Marburg

### Mitwirkende Autoren

**Yeamelake Aklilu**  
**Falk Altmüller**  
**Rim Banu**  
**Sven Müller**  
**Moritz Nesswetter**  
**Vanessa Rosenau**  
**Sophia Sauer**  
**Luisa Schulze Marquarding**



## Quellen

DataCamp. (2023). *Fine-Tuning OpenAI's GPT-4: A Step-by-Step Guide*. DataCamp.

<https://www.datacamp.com/tutorial/fine-tuning-openais-gpt-4-step-by-step-guide>; 06.07.2024.

Juric, M., Sandic, A., & Brcic, M. (2020). *AI safety: State of the field through quantitative lens*. 2020 43rd International Convention on Information, Communication and Electronic Technology (MIPRO), 1254–1259.

<https://doi.org/10.23919/MIPRO48935.2020.9245153>

Lanz, J.A. (2023). *Build Your Own ChatGPT with New Fine-Tuning Feature From OpenAI*.

<https://decrypt.co/153381/chatgpt-gpt-3-5-turbo-openai-customization>; 06.07.2024.

OpenAI. (2023a). *Fine-Tuning*. OpenAI.

<https://platform.openai.com/docs/guides/fine-tuning>; 06.07.2024.

OpenAI. (2023b). *Introducing improvements to the fine-tuning API and expanding our custom models program*.

<https://platform.openai.com/docs/guides/fine-tuning/create-a-fine-tuned-model>; 06.07.2024.

OpenAI. (2024a, August 8). *Creating a GPT* [Homepage]. *Building GPTs*.

<https://help.openai.com/en/articles/8554397-creating-a-gpt>

OpenAI. (2024b, August 8). *Knowledge in GPTs* [Homepage]. *Building GPTs*.

<https://help.openai.com/en/articles/8843948-knowledge-in-gpts>

OpenAI. (2024c, August 8). *What are tokens and how to count them?* [Homepage]. *Building GPTs*.

<https://help.openai.com/en/articles/4936856-what-are-tokens-and-how-to-count-them>

Spaniol, M.J. and Rowland, N.J. (2023). *AI-assisted scenario generation for strategic planning*. *Futures & Foresight Science*, 5, p.148.

# Preparing for what's next:

AI-based strategic scenarios for  
consulting engineers in the future  
of mobility and transportation infra-  
structure



## Content

<b>Can we predict the future?</b>	2
The process of creating scenarios	3
<b>What is certain and what is not</b>	4
<b>Emerging Scenarios</b>	5
<b>Four Potential Scenarios</b>	7
Scenario A: Digital Renaissance	10
Scenario B: Measured Development	10
Scenario C: Frozen in Time	11
Scenario D: Tech Wild West	13
<b>Strategic Recommendations</b>	15
Scenario A - Digital Renaissance	18
Scenario B - Measured Development	18
Scenario C - Frozen in Time	19
Scenario D - Tech Wild West	20
Next Normal AEC Value Chain	21
<b>Reflection</b>	22
EFCA Acknowledgement	23
<b>Bibliography</b>	23
	24

## Can we predict the future?

The mobility market has never been more uncertain, influenced more than ever by regulatory measures to combat climate change, and heavily dependent on technological advances such as autonomous driving. As a result, consulting engineers face a rather complicated and volatile market, carefully preparing for various futures fundamental to business success and survival. Analyzing and describing potential futures based on expert opinion has been the go-to solution for the last few decades. While it has been quite successful, it has required large investments in human capital. Therefore, we propose using prompt engineering with AI to make scenario analysis more streamlined and accurate.

The Tools: LLM, Prompt Engineering, and AI. Large Language Models (LLMs), first known as Natural Language Processing (NLP) techniques and rule-based systems, evolved significantly with machine learning and neural networks in the 2000s. In November 2022, the first ChatGPT was accessible to the public via a web interface, capable of comprehending large amounts of data and presenting creative and comprehensive solutions. In this scenario report, we wanted to put AI's ability to

create scenarios, keeping the balance between exploration and plausibility.

The Task: Predicting the mobility & transportation infrastructure industry until 2030. The mobility and transport market, which we have already described as quite volatile and complicated, posed as the perfect guinea pig for our LLM-infused scenario analysis.

Our 2030 forecasting was picked to align with scenario planning standards and achieve relevant results for consulting engineers. We maintained close contact with industry experts throughout our project, presenting early results and cross-validating every AI-based idea. Aligning with expert opinions helped deepen our knowledge and keep us on a steady path to plausibility.



3

## The process of creating scenarios

1

Exploring Prompts with different LLMs and applying in parts the HHL Roland-Berger process



2

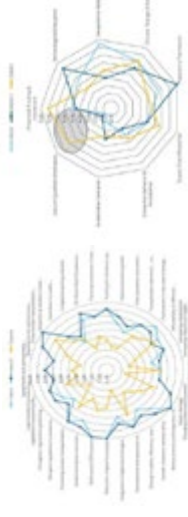
GPT-based EFCA Expert 's Feedback (n=3) to identify key uncertainties, drivers, and trends



GPT - 4

3

Evaluation through GPT-based Impact/Uncertainty Analysis (see Figure 1) and Spider Diagrams



Conducted ongoing exchanges with EFCA experts to gain valuable insights



## What is certain and what is not

The process of crafting scenarios involves identifying more and less certain influencing factors, such as relatively certain trends and critical uncertainties that require careful consideration. These critical uncertainties play a vital role in shaping the four future scenarios.

The trends in the top left of the grid (Figure 1) indicate developments perceived as more certain and were essential in forming the final scenarios. Several aspects of the industry have progressed to where they are almost taken as a natural consequence. For instance, the shift towards CO2 neutrality (a) reflects the ongoing commitment to environmental sustainability, driven by policies like the

EU Green Deal. This trend underscores the sector's focus on reducing carbon emissions and embracing sustainable practices, which are increasingly becoming industry standards. The adoption of digital tools (b) like Building Information Modeling (BIM) and Artificial Intelligence (AI) is at the forefront of digital tech disruptions in the industry, significantly impacting profitability and cost savings. This trend enhances long-term customer centricity by enabling more efficient and accurate project planning and execution. The level of bureaucracy (c) and its importance in streamlining regulatory processes and compliance are essential for facilitating smoother project implementation. The harmonization of regulations (d), strongly supported by political entities, is expected to continue. This is expected to benefit

its most optimistic or pessimistic projections, are the foundation for outlining four distinct future scenarios. These uncertainties, prioritized based on their potential impact, encompass:

1. Effects of Climate Change (environmental)
2. Political Stability (political)
3. Lack of Qualified Employees (societal)
4. Change of Investment Landscape (economic)
5. Tech Disruptions (technological)
6. Sustainable Demands (environmental)

Uncertainties 3 and 5 have been instrumental in defining the dimension of "Technological Adoption" (see Figure 2), which is crucial for driving innovation and efficiency within the sector. The industry's capacity to adapt and harness technological advancements, such as automated processes and smart infrastructure, significantly influences its ability to meet consumer demands and uphold operational efficiency. On the other hand, 2 and 4 highlight the necessity for a "Supportive Regulatory Framework" (see Figure 2), play a critical role in determining the allocation of investment within the sector and the effective navigation of regulatory obstacles, particularly in cross-border

consulting engineers designing transnational transport and mobility infrastructure. This regulatory alignment reduces project complexities and fosters international collaboration. Environmental awareness (e) has progressed in parts sufficiently, allowing the sector to plan confidently, knowing that future clients will demand expertise in sustainable practices. The change in consumer behavior (f), driven by increasing environmental consciousness and demand for sustainable mobility solutions, is crucial in influencing funding and investment flows into the sector.

The factors in the top right of the grid represent uncertainties that significantly affect industry profitability but remain external and beyond the control of consulting engineers. The reliability of the supply chain, including the availability and price of raw materials and transportation, is highly unpredictable. Global supply chain disruptions, geopolitical tensions, and fluctuating demand influence it. Political stability (h), critical for ensuring a stable investment environment, is uncertain due to upcoming elections, policy shifts, and geopolitical conflicts. The industry's ability to address these crucial uncertainties is essential for its future prosperity. These seven critical uncertainties, each with

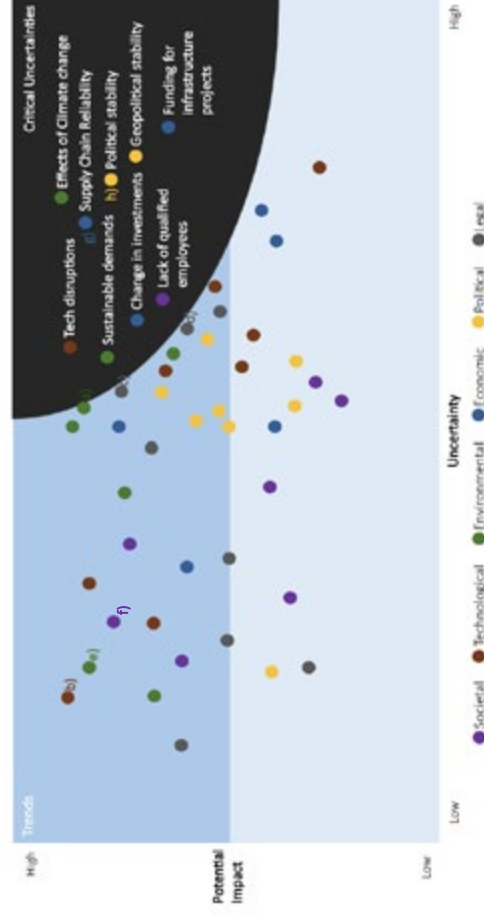


Figure 1: The most important factors influencing the transportation and mobility infrastructure of the consulting and engineering sector – their level of impact and degree of uncertainty (derived from OpenAI & expert-based survey).

endeavors. The degree of bureaucracy and the speed at which regulations are harmonized across regions are pivotal in ensuring the industry's ability to leverage emerging projects and new opportunities.

Interestingly, 1 and 6 emphasize the growing importance of integrating environmental considerations into the regulatory framework. Meeting these demands is crucial for the industry to attract investment and thrive in the long run, not only financially but also sustainably. The two key dimensions, Technological Adoption, and Supportive Regulatory Framework, were formed based on these six critical uncertainties. The interaction between these dimensions will likely determine the future direction of the mobility and transportation infrastructure sector, impacting its ability to adapt to internal and external challenges. Parallel Other weak signals and blind spots in this process step were further considered as scenarios and subsequently developed and described.

### Emerging Scenarios

The dimensions of 'Technological Adoption' and 'Supportive Regulatory Framework' form the basis of the scenario matrix, where their positive and negative extremes lead to four distinct

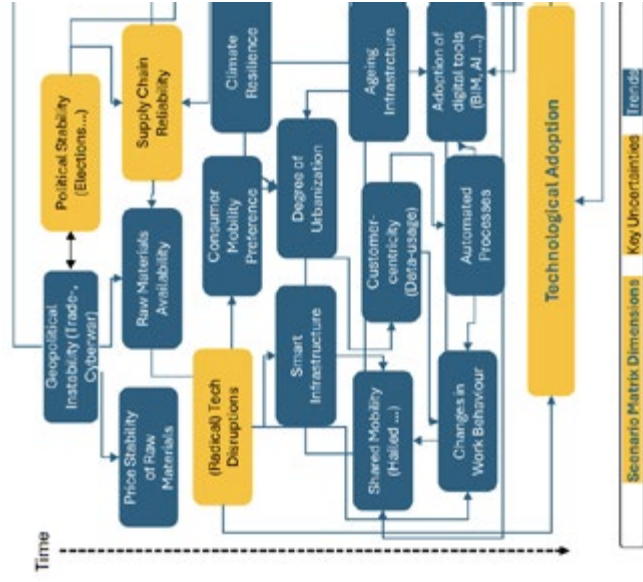


Figure 3: Influence diagram showing complex causes of both dimensions (technological adoption and supportive regulatory framework) being used to create future scenarios

scenarios. Each scenario is named concisely to reflect its main characteristics (see Figure 2). With these scenarios identified, the next step involves a more detailed exploration of the underlying causes and influences driving both dimensions and gaining a clearer understanding of how each scenario may unfold.

The twenty-three key trends and six critical uncertainties identified earlier (see Figure 3) are mapped into an influence diagram. This diagram illustrates the intricate web of cause-and-effect relationships and comprehensively explains these scenario dimensions' various states (see Figure 3).

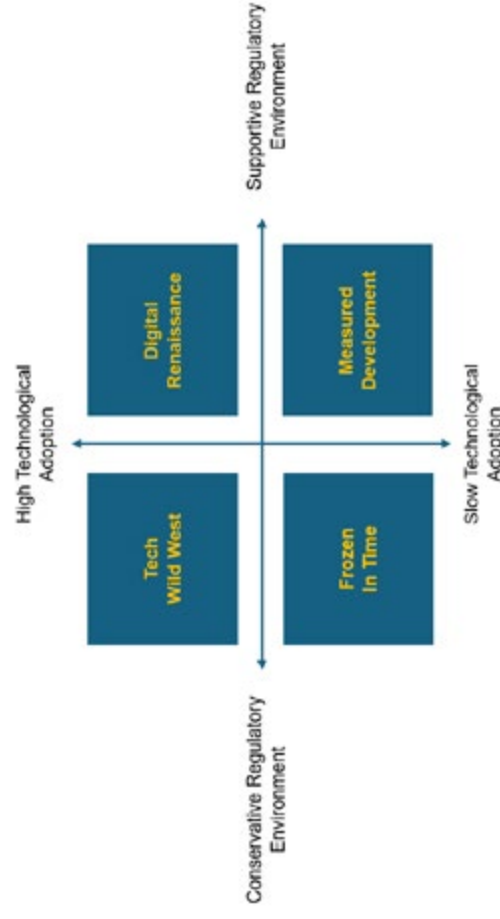


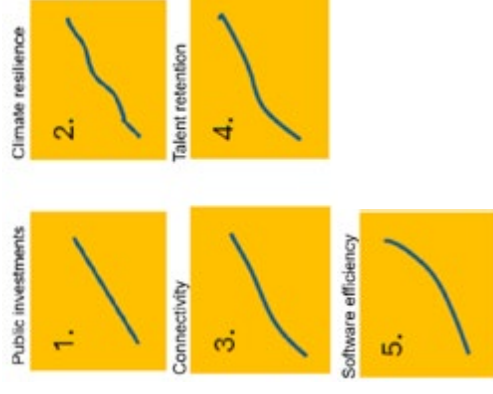
Figure 2: Matrix showing four future scenarios emerging from the two dimensions of 'technological' and 'supportive regulatory framework' (derived from the OpenAI, expert-based survey, feedback - HHL Roland Berger Process)

# 2030



## Four Potential Scenarios

### Scenario A: Digital Renaissance



transformation led to the development of smart city technologies in European cities that fully integrated intelligent traffic management systems and smart grids, significantly improving urban living conditions. The focus on sustainability and digitalization resulted in the seamless integration of mobility and infrastructure systems, connecting railways, ports, airports, electric vehicles (EVs), and autonomous vehicles (AVs) through advanced digital platforms.

Government policies supported these advancements by harmonizing and standardizing regulations across the EU, leading to cooperative, harmonized, and standardized EU-wide regulations. This reduced bureaucratic delays and fostered innovation. The average time to receive construction permits decreased, facilitating quicker project completion and encouraging further investments. Synergistic industry partnerships played a crucial role in this scenario. Domestic firms dominated the market, while small and medium-sized enterprises (SMEs) thrived, driving local innovation. These partnerships promoted a high degree of connectivity, transport, and mobility across the continent. The labor market shifted towards higher demand for skilled workers proficient in digital technologies and green practices. This led to numerous jobs in

What Happened in the Five Years 2025 to 2030?

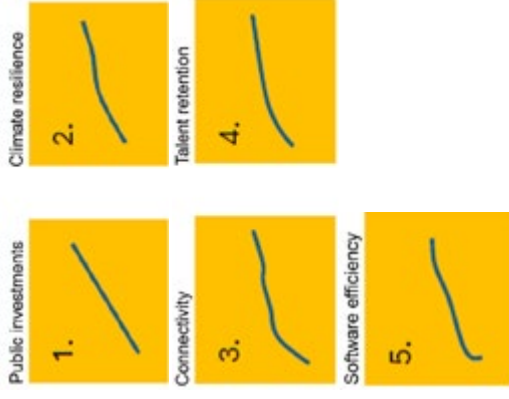
Europe embraced a period of substantial public and private investments to modernize and digitalize infrastructure. In 2025, significant funding was allocated to green infrastructure projects, facilitating the widespread adoption of advanced digital tools such as Building Information Modelling (BIM) and Artificial Intelligence (AI). These investments drove a considerable increase in productivity and efficiency across various sectors.

High demand for smart and green infrastructure became a key driver of this transformation. The push for digital

tech and sustainable development sectors, with educational institutions rapidly adapting their programs to meet this demand. Socially, there was an increased emphasis on environmental awareness and sustainable living, driven by government campaigns and community initiatives. Public awareness campaigns significantly increased participation in sustainable practices, with more than 70% of the population engaging in activities such as recycling, energy conservation, and sustainable transportation choices. (European Commission, 2024; European Environment Agency, n.d.) By 2030, Europe had positioned itself as a global leader in sustainable urban development and digital infrastructure. The continent set international standards, attracting significant foreign investments and establishing itself as a hub for technological innovation and sustainable practices.

- High degree of connectivity, transport & mobility
- Technological advancements
- Sustainability
- Labor market shifts
- Social awareness for eco-friendly living is rising
- Domestic firms dominate, and SMEs thrive

### Scenario B: Measured Development



What Happened in the Five Years 2025 to 2030?

Between 2025 and 2030, Europe pursued a steady and balanced approach to infrastructure development, focusing strongly on sustainability. Government incentives and moderate expansions in infrastructure, particularly in public transport and green energy, drove this growth. The emphasis was on enhancing existing systems and making incremental improvements rather than pursuing radical technological changes.

Cities implemented comprehensive measures to reduce car dependency and promote public transport. For instance, London expanded its low-emission zones and introduced new electric bus lines, significantly reducing urban

car usage by 2030. High-speed rail networks were expanded, connecting more cities and offering a viable alternative to short-haul flights, thus reducing carbon emissions.

The freight sector adopted biofuels and electric trucks gradually, supported by EU policies that incentivized the use of sustainable materials and practices. Investments in charging infrastructure for electric trucks grew substantially, with the number of charging stations increasing each year, supporting the adoption of electric vehicles in logistics.

Collaboration between public and private sectors was pivotal in funding sustainable infrastructure projects. The European Green Deal played a significant role, directing substantial investments towards renewable energy projects and sustainable R&D. By 2030, Europe had significantly increased its renewable energy capacity, reducing dependency on fossil fuels. The share of renewables in the EU's energy mix is targeted to reach at least 42.5% by 2030. Technological advancements were incremental, with widespread adoption of digital tools like Building Information Modeling (BIM) and Geographic Information Systems (GIS). These tools optimize project planning and resource management. For example, the implementation of GIS

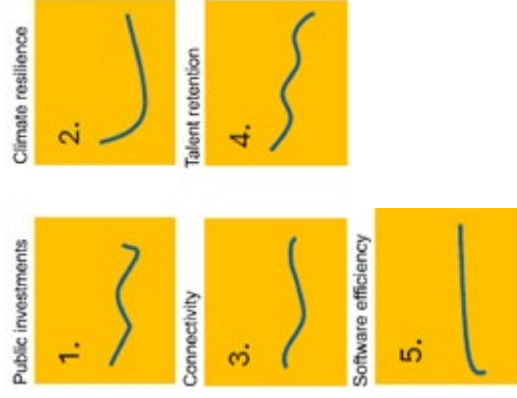
in urban planning projects reduced resource waste, leading to more efficient and cost-effective developments.

The labour market adapted to these changes with an emphasis on vocational training and reskilling programs. The demand for professionals in green and digital technologies grew steadily, resulting in the creation of numerous new jobs in these sectors by 2030. This shift was supported by government initiatives that provided grants and incentives for training programs.

Socially, government campaigns and community initiatives successfully increased public awareness and engagement in sustainability. By 2030, a large portion of households in major European cities were participating in recycling programs, and public transport usage increased significantly, reflecting a shift towards sustainable living. Public investments played a crucial role in supporting these sustainable initiatives. Funding programs from the European Commission ensured that large-scale infrastructure projects were adequately financed, facilitating the transition to a more sustainable economy. This robust financial support enabled continuous progress in green projects and sustainable infrastructure development.

- Tech firms unable to scale, SMEs thrive
- Technological incrementalism
- Attractive market for green investment
- Job creation in green and digital sectors
- Harmonized sustainable regulations

### Scenario C: Frozen in Time



What Happened in the Five Years 2025 to 2030?

Between 2025 and 2030, Europe saw minimal progress in modernizing its infrastructure, characterized by weak increases in both smart and sustainable infrastructure. The development of electric vehicles (EVs) and autonomous

vehicles (AVs) stagnated due to fragmented regulatory efforts and safety concerns. Public transport systems struggled with outdated infrastructure and underfunding, leading to minimal improvements.

In 2026, efforts to expand EV infrastructure were hampered by bureaucratic delays and safety concerns, causing the number of EV charging points to fall significantly short of targets. By the end of the year, only a modest increase in EV adoption was observed, with many regions still relying heavily on conventional combustion engine vehicles.

National interests and protectionism remained high, limiting international collaboration and innovation. The industry remained extremely traditional, with minimal adoption of advanced technologies like data analytics and predictive maintenance. Essentially, the whole industry remained in a status quo with "business as usual." This resistance to change was further hindered by corporate culture, safety concerns such as cyberattacks, and a talent shortage.

By 2027, public transport systems in many regions continued to suffer from underfunding and outdated infrastructure. A planned upgrade of the high-speed rail network faced multiple delays due to regulatory and funding issues,

resulting in only a few new lines being operational by the end of the year. This hindered efforts to reduce urban congestion and carbon emissions.

The labor market faced significant challenges. The industry struggled to attract young talent due to its conservative nature, slow technological adoption and lack of innovative opportunities. This led to a persistent shortage of skilled workers, particularly those with expertise in STEM fields. Efforts to modernize and digitalize infrastructure were hampered by a lack of resources, cultural openness, and agility to address changes. Economic disparities between urban and rural areas exacerbated, with cities being more profitable and better developed than rural regions. Rural areas faced significant infrastructure deficits, making it difficult to attract investments and talent. Young people increasingly moved to urban areas, further widening the urban-rural divide.

Socially, the lack of progress in sustainability and digitalization led to growing frustration among the younger population, who were more environmentally conscious and tech-savvy. Political tensions rose, with increasing support for both far-right protectionist parties and environmental movements, reflecting a polarized society.

Despite these challenges, there was a reliance on foreign market software, which dominated due to the lack of supportive regulations and dependency on external technology solutions. This reliance made the industry vulnerable to external market fluctuations and cyber threats. There was limited funding directed towards innovative or sustainable projects. The focus was primarily on maintaining and upgrading existing infrastructure rather than pursuing new developments. For instance, the number of EV charging points in Europe only reached around 2 million by 2030, far short of the target. (European Investment Bank, 2021) Additionally, public investment in smart mobility and renewable energy projects was lower than anticipated, contributing to a slower overall transition towards sustainable infrastructure.

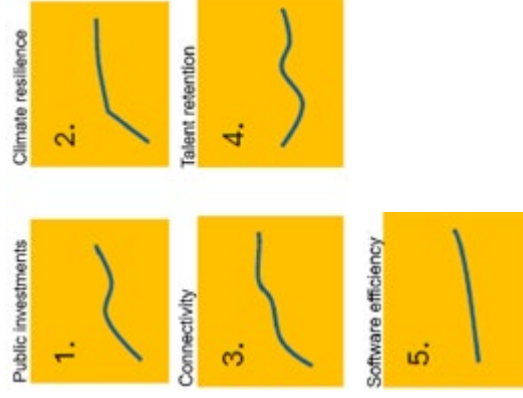
By 2028, several high-profile infrastructure projects, such as expanding urban public transport systems and upgrading national rail networks, experienced significant delays due to regulatory hurdles and funding shortages. These delays further highlighted the inefficiencies in the current regulatory framework and the need for more cohesive policies. By 2030, Europe's infrastructure development had significantly lagged global advancements, struggling to compete in



an increasingly digital and sustainable world. The heavy reliance on traditional practices and protectionist policies hindered progress, leading to economic stagnation and societal frustration.

- High national interests and protectionism
- Development stagnation due to fragmented regulatory
- Business remains as usual
- Labour market fails to attract young talent
- Urban rural disparities
- Dependence on foreign software making the industry vulnerable
- Gradual adoption and connectivity of public mobility and infrastructure

#### Scenario D: Tech Wild West



#### What Happened in the Five Years 2025 to 2030?

Europe experienced significant technological advancements in mobility and transport, primarily driven by private companies. This resulted in varying levels of adoption of smart and shared mobility solutions across the continent, particularly in major cities like Amsterdam and Paris. However, the regulatory environment remained fragmented, leading to inconsistencies in safety and ethical standards, and a high degree of public concern due to a lack of coordinated policies and oversight.

In 2026, the fragmented regulatory framework led to regional disparities in technological adoption. Northern and Western Europe saw faster implementation of smart infrastructure, while Southern and Eastern Europe lagged due to limited investments and outdated infrastructure. This resulted in higher costs and lower availability of advanced transport technologies in less developed areas.

The slow harmonization of transnational policies across Europe exacerbated these disparities. For example, aging infrastructure in regions like Southern Italy necessitated maintenance and modernization, but the variability in technology adoption and infrastructure

development across different regions slowed progress. By 2027, data sovereignty issues arose, with dominant players like Google controlling much of the data environment, leading to dependency and lack of harmonized interfaces for smart technologies.

The labour market faced significant challenges. The industry struggled to bridge the technological gap between advanced and lagging regions. Efforts to modernize and digitalize infrastructure were hampered by a lack of human resources, cultural openness, and agility to address changes. Between 2027 and 2029, the demand for skilled workers in digital and sustainable practices had increased, but the education and training systems were not fully aligned with the industry's needs, causing a persistent shortage of qualified personnel.

Climate change adaptation measures were insufficient, leading to poor resilience and increased vulnerability to natural disasters. Short-term design durations and inadequate knowledge to manage cross-border projects further hindered progress. In 2029, several high-profile infrastructure projects, such as the deployment of digital twins for managing and calculating infrastructure through AI, experienced delays due to regulatory and funding hurdles.

Socially, the rapid technological advancements led to growing regional disparities. Cities with advanced smart infrastructure enjoyed improved mobility and reduced congestion, while rural and less developed areas continued to struggle with inadequate infrastructure. This exacerbated economic disparities and led to increased migration from rural to urban areas, further widening the urban-rural divide.

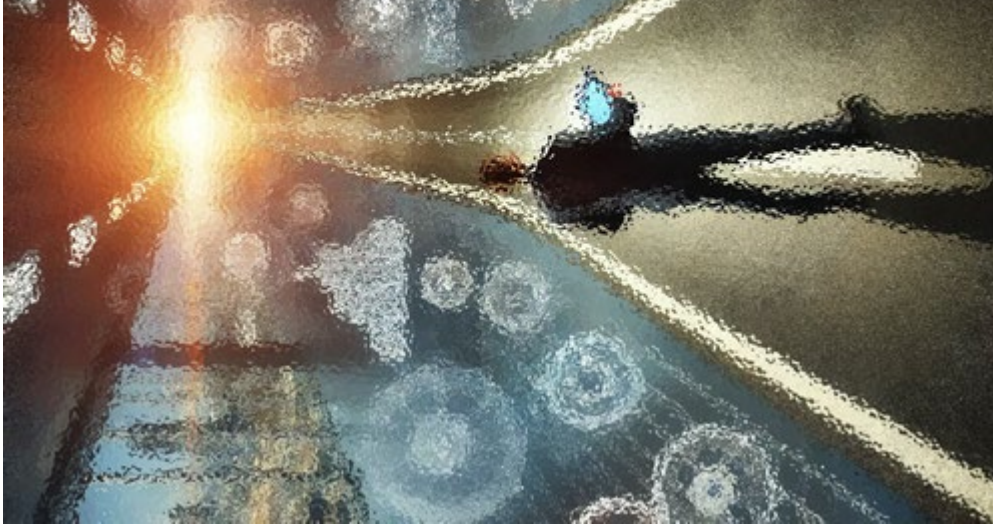
Public investments in smart infrastructure saw a strong increase, driven by private sector initiatives. However, investments in sustainable infrastructure lagged, leading to a reliance on traditional energy sources and slower progress towards carbon neutrality. For instance, while the number of smart traffic management systems in cities like Munich increased significantly, the adoption of renewable energy sources in these systems was limited, causing sustainability concerns.

By 2030, Europe's infrastructure development had achieved significant technological advancements but was marred by regulatory fragmentation and regional disparities. The dominance of large tech companies and the lack of harmonized regulations created a "Tech Wild West" scenario, where innovation

thrived in pockets but failed to deliver cohesive, continent-wide benefits.

Despite these challenges, the push for technological innovation continued to drive economic growth in more developed regions. The reliance on foreign software and technology solutions remained high, making the industry vulnerable to external market fluctuations and cybersecurity threats. Public concern over safety and ethical standards also grew, calling for a more coordinated and regulated approach to infrastructure development in the future.

- Fragmented regulatory framework leads to inconsistencies
- Regional disparities in technological adoption
- Dominance of large tech companies
- Slow progress in carbon neutrality
- Data sovereignty issues
- Increased migration from rural to urban areas



## Strategic Recommendations

Digital tools have become indispensable in the development process of future scenarios and today's rapidly evolving business environment, facilitating operational activities and strategic decision-making. Industries are continually reshaped by globalization, technological advancements, and changing customer needs (Hauschildt & Salomo, 2011; Juric et al., 2020). Organizations must adapt and set up promising tools to remain competitive in the long run, as it promises efficiency and productivity, such tools as BIM and AI (Durach & Gutierrez, 2024; EFCA, 2021; Harwardt, 2022). In addition to digitalization, sustainability stands as a crucial global pillar, making a profound impact on businesses by not only attracting investments but also creating new opportunities (EU, 2024; UN, 2024). The 2030 Agenda for Sustainable Development, adopted by all United Nations Member States in 2015, presents a shared framework for prosperity for both people and the planet, both now and in the future. At its core are the 17 Sustainable Development Goals (SDGs), which serve as a pressing call to action not only for countries but also for consulting engineers with goals including infrastructure, sustainable cities and

communities, climate action, and partnerships (UN, 2024). These goals can serve as a guide and opportunity for enterprises of all sizes, especially given their alignment with the European Union's core principles (EU, 2024).

### Scenario A - Digital Renaissance

Rapid advancements in digital technologies and a strong emphasis on sustainability are reshaping the future of the mobility and transportation infrastructure sector. *Digital Renaissance*, the best-case scenario, is characterized by high technological adoption within a supportive regulatory environment and presents significant opportunities for consulting engineers to remain competitive and successful.

Small businesses should align their capabilities and resources as simple engineering processes could be fully automated within six years. Hence, the strategy strongly focuses on specializing in a niche market to achieve a competitive advantage. This may entail redeveloping outdated buildings or establishing expertise in eco-friendly design practices and materials for off-site construction, benefiting from private and public green investments for financial support. Medium-sized enterprises should prioritize smart interfaces and simple



automated infrastructure. Compliance frameworks for integrated public and private mobility solutions should be created, focusing on shared mobility and automation. These frameworks can include intelligent traffic management systems and automated freight handling solutions, which can broaden the service offerings such as predictive maintenance. For large enterprises, the primary focus should be on adopting radical digital tools. Implementing advanced digital tools such as Building Information Modeling (BIM), Artificial Intelligence (AI), and data analytics will enable the automation of complex processes. Firms can shift towards a more customer-centric approach by utilizing in-house training programs and data analytics platforms. Creating real-time monitoring and project coordination platforms, such as Digital Twins and Lifecycle Analysis, will be essential. Leveraging EU-wide green funds and investments, consulting engineers can develop infrastructure that supports climate resilience and long-term maintenance services. Embracing advanced technology and interconnected interfaces creates opportunities to collaborate and pursue new, larger (cross-border) projects, which should be emphasized across all enterprise sizes.

### Scenario B - Measured Development

*Measured Development* focuses on the incremental but steady adoption of sustainable practices and digital tools underpinned by a supportive regulatory framework. This scenario emphasizes the gradual shift towards sustainability, with consulting engineers essential in driving this transformation.

Specializing in sustainable niche markets is particularly advantageous for small and medium enterprises. Niche expertise allows firms to differentiate themselves and attract clients seeking specialized sustainable solutions, focusing on refurbishing and circularizing existing and aging infrastructure aligned with sustainable goals such as green material installations and circular management. Upskilling and reskilling employees can be costly and time-consuming, especially for small engineering teams. Medium-sized businesses can begin by implementing e-learning platforms and in-house training programs to reduce the skills gap. They can also consider automating basic engineering processes to maximize available resources. Investing in employee development may ensure that the workforce remains adaptable and capable of meeting the industry's evolving demands. Large enterprises should



primarily focus on adopting incremental digital tools and scaling up sustainable change. Data analytics will be essential to identify high-impact sustainable projects and address customer needs. This approach allows leveraging available data for continuous lifecycle monitoring and may achieve higher customer satisfaction. Developing frameworks for sustainable practices is vital for both medium and large enterprises. Establishing long-term standardized practices for green materials and modularized designs will set the standard for the future. This will enable a broader portfolio of services and products, contributing to climate resilience. Companies can lead sustainable development and ensure consistent project quality by setting these standards.

### Scenario C - Frozen in Time

*Frozen in Time* involves an industry that remains highly traditional ('business as usual'), with sluggish technological adoption and a focus on maintaining and upgrading existing infrastructure. Despite limited regulatory pressure, there is a pressing need for consulting engineers to modernize processes and leverage emerging technologies to stay competitive.

Concentrating on specific markets and exploiting traditional engineering can benefit small and medium-sized businesses. Focusing on (sustainable) modernization and standardized practices may increase the market share. Medium-size enterprises should implement strong customer feedback mechanisms. By establishing and utilizing systems to actively gather and carefully analyze customer feedback, companies may enhance their services and substantially increase customer satisfaction. Leveraging data and using affordable digital tools for efficiency should be the top priority for large enterprises. By exploiting data from IoT sensors, companies may enhance critical maintenance, such as energy management and overall operational efficiency. Huge opportunities lie in implementing real-time monitoring systems that may reduce infrastructure downtime. Large corporations should enhance public-private collaborations to finance and potentially undertake larger projects, such as upgrading transportation infrastructure such as railway systems and highways. Furthermore, larger enterprises could streamline and improve existing processes using tools like BIM and IoT, which may lead to lower operational costs in the long run.



By adopting these strategic recommendations, consulting engineers can effectively navigate the infrastructure modernization scenario. Emphasizing data-driven efficiency, collaboration, automation, niche specialization, and customer-centric approaches will ensure long-term success and resilience in the mobility and transportation infrastructure.

### Scenario D - Tech Wild West

The *Tech Wild West* envisions significant technological advancements in mobility and transportation, driven primarily by private companies. However, the fragmented regulatory environment and regional disparities pose challenges.

Small enterprises must invest in digital technologies to survive in the long run. This will help them benefit from interconnected smart interfaces, potentially leading to partnerships and collaborations and enabling them to offer new services such as project planning. It is important for small enterprises to establish strong partnerships at both regional and local levels and to develop a competitive edge in their industry knowledge within their territory. Medium-sized enterprises should prioritize bridging gaps between regions by

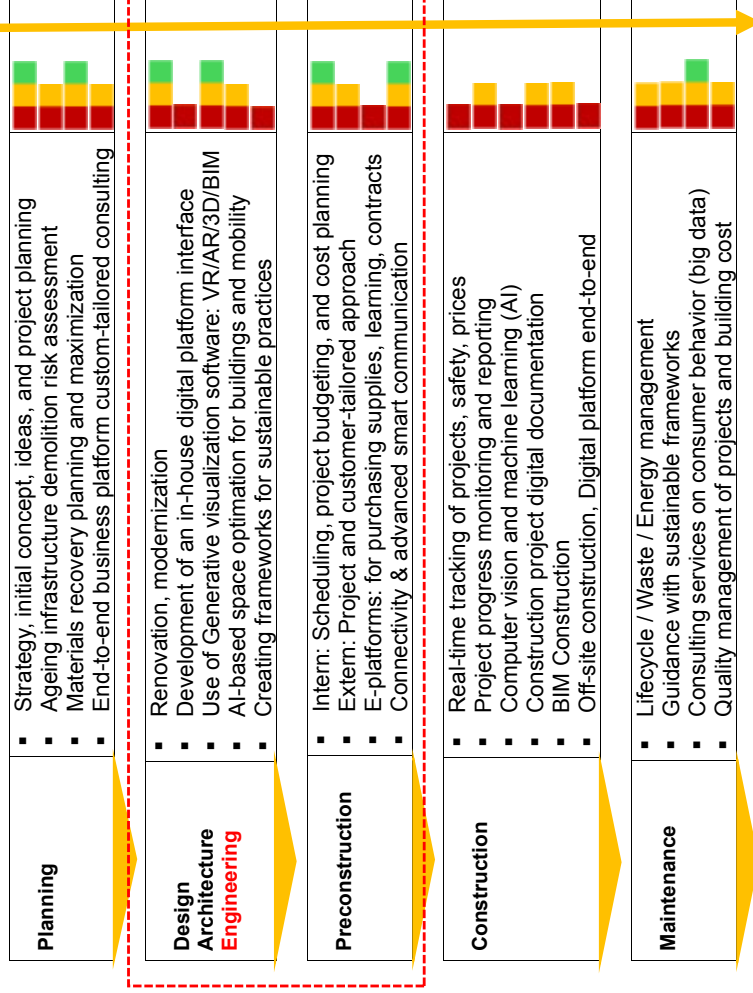
constructing mobility and transportation infrastructure in less-developed areas. Rural areas connect to modern infrastructure through new bridges, rail systems, and highways, and the overall regional implementation of IoT sensors, leading to broader maintenance services in the long run. Large enterprises should invest in and focus on advanced cross-border transportation and mobility solutions and implementing automated supply chains, such as freight stations and smart traffic systems, which may reduce congestion and improve traffic flow efficiency. This strategy harnesses cutting-edge technology. A similar approach is also recommended for mobility interfaces to connect the public through smart interfaces, presenting opportunities for consulting engineers to gather data for various services, including safety and predictive lifecycle management. Another promising application is in the emerging field of planning and construction (see Fig. 4), enabling involvement from the early stages and the potential for real-time project and price tracking. Continuous learning is indispensable for enterprises of every size. By forming alliances with dominant tech firms, companies can tap into digital solutions expertise, keep up with the latest industry trends, and retain their competitiveness.

### Next Normal AEC Value Chain

#### Basic Requirements:

- Commitment to continuous learning
- 'Thinking outside of the Box' mentality
- Positive 'Corporate Culture' toward change
- Partnership with a tech (software) company

### AEC Value Chain New roles and activities for consulting engineers (CE)



Consulting engineers break through traditional boundaries, need of multitask in various parts of the value chain, and invest in technological, sustainable, and human resources. Large and medium enterprises will aim to build scale in promising key technologies such as AI and BIM, creating a broader portfolio of products and services they can offer. Due to digital advancement, Cybersecurity will remain a critical concern.

Current Playground of Consulting Engineers



Figure 4: Next Normal AEC Value Chain

## Reflection

During our discussions with the EFCA experts, we often noticed that large language models (LLMs), due to their global focus, frequently overlook changes and dependencies in the mobility and transport market influenced by the political and economic situation. While this limitation of LLMs is acknowledged, it's essential to highlight that these models often cannot be tailored to specific regional areas or fail to account for variations in local circumstances that could lead to different outcomes. For instance, the nationalization or non-nationalization of highways or public transport can significantly impact the maneuverability of actors within political or economic constraints. Additionally, LLMs like ChatGPT tend to neglect the struggles associated with bureaucratic decision-making processes, potentially leading to a more outcome-oriented focus that overlooks internal processes, which may appear as a lack of in-depth knowledge compared to expert opinions.

### EFCA Acknowledgement

We would like to extend our heartfelt appreciation to the EFCA experts for their invaluable assistance in our scenario analysis utilizing AI. Their generous time commitment and consistently

insightful and thoughtful input were instrumental in guiding us forward. Their openness to our solutions and the fascinating perspectives they shared greatly enriched our understanding. Their support was crucial in advancing our research, and we are profoundly grateful for their contributions.



## Bibliography

- Durach, C. F., & Gutierrez, L. (2024). "Hello, this is your AI co-pilot" – operational implications of artificial intelligence chatbots. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 54(3), 229–246. <https://doi.org/10.1108/IJPDLM-01-2024-0031>
- EFCA, E. F. of E. C. A. (2021). *Which way to go? Strategic scenarios for consulting engineers in times of high uncertainty* (Future Trends Committee, p. 28) [EFCA Future Scenarios Report. 2021]. EFCA. <https://www.efcanet.org/committees/future-trends-committee>
- EU, E. U. (2024). Sustainable Development Goals [Homepage]. *European Commission*. [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/sustainable-development-goals\\_en](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/sustainable-development-goals_en)
- European Commission. (2024, March 13). EU 2030 climate and environmental targets within reach. [https://environment.ec.europa.eu/news/eu-2030-climate-and-environmental-targets-within-reach-2024-03-13\\_en](https://environment.ec.europa.eu/news/eu-2030-climate-and-environmental-targets-within-reach-2024-03-13_en)
- European Environment Agency. (n.d.). Sustainability. <https://www.eea.europa.eu/en/topics/at-a-glance/sustainability>
- European Investment Bank. (2021, December 15). Europe's alternative fuels infrastructure getting a boost from new EIB and European Commission support. <https://www.eib.org/en/press/all/2021-339-europe-s-alternative-fuels-infrastructure-getting-a-boost-from-new-eib-and-european-commission-support>
- Harwardt, M. (2022). *Management der digitalen Transformation: Eine praxisorientierte Einführung*. Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-35918-8>
- Hauschildt, J., & Salomo, S. (2011). *Innovationsmanagement* (5., überarb., erg. und aktualisierte Aufl). Vahlen.
- Juric, M., Sandic, A., & Brcic, M. (2020). AI safety: State of the field through quantitative lens. *2020 43rd International Convention on Information, Communication and Electronic Technology (MIPRO)*, 1254–1259. <https://doi.org/10.23919/MIPRO48935.2020.9245153>
- Nies, S. (2022). The EU's plan to scale up renewables by 2030: Implications for the power system. Institut Français des Relations Internationales (Ifri)
- UN, U. N. (2024). THE 17 GOALS [Homepage]. *United Nations*. <https://sdgs.un.org/goals>
- Nies, S. (2022). The EU's plan to scale up renewables by 2030: Implications for the power system. Institut Français des Relations Internationales (Ifri)



# WHICH FUTURE ARE YOU PLANNING FOR?

## ENGINEERING TODAY

AUGUST 2<sup>ND</sup> 2030

### Europe's Climate Battle Stumbles on the Tech Tightrope

Despite Europe's strong commitment to addressing climate change, the continent is facing significant challenges as outdated technologies and resource shortages slow down progress. Public demand for immediate and effective climate action has surged, but this leads to a tighter regulatory environment that further hampers growth, reducing innovation and investment. In Europe, the focus remains on scaling up operations. Large firms are leveraging economies of scale, while smaller innovators in adjacent capabilities, competition from Asian firms looms large. While they struggle to match Europe's innovation, their lower labor costs and expansion into Asian markets, Europe's persistent economic challenges, such as high unemployment and a stagnant economy, remain a significant barrier to achieving the ambitious climate goals set by the Paris Agreement.

Engineering firms are now advocating for a phased approach to climate adaptation, prioritizing the integration of more advanced technologies as they become available. However, the road ahead remains challenging, with Europe needing to balance ambitious climate goals with the realities of current technological limitations.

## EcoEngineered

AUGUST 2<sup>ND</sup> 2030

### Innovation Goes Unused as Europe Fails to Wake Up

In a surprising twist, Europe's innovation in sustainable technologies has gone largely unused. The continent's public sector, which has been a major driver of green technology development, has failed to scale up operations. Large firms are leveraging economies of scale, while smaller innovators in adjacent capabilities, competition from Asian firms looms large. While they struggle to match Europe's innovation, their lower labor costs and expansion into Asian markets, Europe's persistent economic challenges, such as high unemployment and a stagnant economy, remain a significant barrier to achieving the ambitious climate goals set by the Paris Agreement.



## THE GREEN ENGINEER

AUGUST 2<sup>ND</sup> 2030

### Europe's engineering giants propel green revolution

New technologies are also becoming mainstream, with the integration of AI for predictive maintenance, drones for infrastructure monitoring, and IoT systems for smart city development. The streamlined regulatory environment has further fueled growth, reducing bureaucratic barriers and accelerating market entry for green technologies. In Europe, the focus remains on scaling up operations. Large firms are leveraging economies of scale, while smaller innovators in adjacent capabilities, competition from Asian firms looms large. While they struggle to match Europe's innovation, their lower labor costs and expansion into Asian markets, Europe's persistent economic challenges, such as high unemployment and a stagnant economy, remain a significant barrier to achieving the ambitious climate goals set by the Paris Agreement.

Public awareness of the climate crisis is high, with only 20% of the population showing concern. This, coupled with the severity of the climate crisis, has led to a demand for sustainable technologies. Governments, along with private industry, have been investing in research and development, leading to significant progress in sustainable technologies. However, the lack of public procurement and the slow pace of regulatory updates have hindered the widespread adoption of these technologies. The lack of public procurement and the slow pace of regulatory updates have hindered the widespread adoption of these technologies.

## Adaption Insights

AUGUST 2<sup>ND</sup> 2030

### Resource Crisis Leaves Europe Vulnerable to Climate Shocks

Europe is facing a resource crisis as the climate crisis intensifies. The continent's infrastructure, which has been a major driver of green technology development, has failed to scale up operations. Large firms are leveraging economies of scale, while smaller innovators in adjacent capabilities, competition from Asian firms looms large. While they struggle to match Europe's innovation, their lower labor costs and expansion into Asian markets, Europe's persistent economic challenges, such as high unemployment and a stagnant economy, remain a significant barrier to achieving the ambitious climate goals set by the Paris Agreement.

Public awareness of the climate crisis is high, with only 20% of the population showing concern. This, coupled with the severity of the climate crisis, has led to a demand for sustainable technologies. Governments, along with private industry, have been investing in research and development, leading to significant progress in sustainable technologies. However, the lack of public procurement and the slow pace of regulatory updates have hindered the widespread adoption of these technologies.

# FUTURE FORESIGHT CLIMATE ADAPTATION IN THE CONSULTING ENGINEERING INDUSTRY

Authors: Yeamelake Akllilu, Vanessa Rosenau, Sophia Sauer and Luisa Schulze Marquarding  
This scenario report was authored by master's students from the Philipps-University Marburg, and is presented in its original form to reflect the unique contributions and stylistic choices of the individual authors.

# Agenda 2030 - Massive Downfall or Soaring Success?

The 2020s have posed significant challenges to civilization, with the COVID-19 pandemic, economic and social crises, geopolitical conflicts, and climate change all exerting immense pressure on the world. But what does the future hold? Can we adapt to these disruptive times? If so, how? While no one can predict the future with absolute certainty, there are tools that can shed some light on these questions.

For consultant engineers the stakes have never been higher. As climate change accelerates, the need for innovative and resilient infrastructure becomes paramount. How can engineers anticipate and the impacts of extreme weather events, rising sea levels, and shifting climate patterns? The answers lie in forward-thinking strategies and scenario planning.

The HHL Roland Berger process of scenario-based strategy, develops various scenarios based on key uncertainties. Through AI and expert consultations, key uncertainties are identified and ultimately consolidated into different scenarios. This method equips consultant engineers with the insights and frameworks necessary to navigate the complexities of climate adaptation, ensuring that infrastructure development is not only sustainable but also resilient to the unpredictable challenges of the future.

The goal of this scenario project was to characterize potential trajectories and future scenarios of the European landscape and develop strategic recommendations for consulting engineers with regard to climate adaptation projects. The urgency of climate adaptation cannot be overstated, as the consulting engineering sector faces unprecedented demands to create resilient infrastructure capable of withstanding extreme weather events and shifting environmental conditions. How will consulting engineers pivot to meet these challenges? The answer is to develop robust, adaptive solutions.

Master's students at the University of Marburg have applied prompt engineering using large language models (LLMs) for the consulting engineering industry. To validate the results, industry experts were consulted, ensuring the accuracy and reliability of the findings. This innovative approach combines the power of AI with human expertise, offering a glimpse into the future of the consulting engineering sector as we approach 2030. This collaboration aims to provide actionable insights and prepare the industry for the challenges and opportunities that lie ahead.

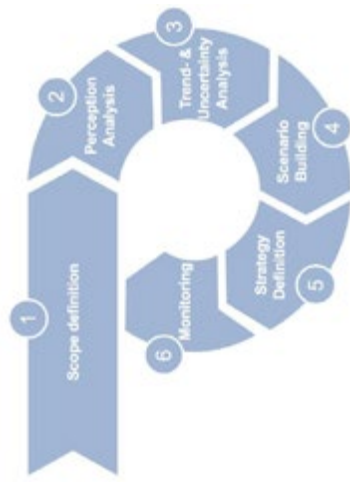


## The HHL Roland Berger Process

1. **Scope Definition:** This approach set out to develop scenarios for the engineering consulting industry in Europe over a six-year period (until 2030)

3. **Trend- & Uncertainty Analysis:** We used ChatGPT, which independently developed key drivers with impact and uncertainty scores to identify the key uncertainties. To verify these results, we consulted industry experts

5. **Strategy Definition:** The insights gathered, especially the most unpredictable influencing factors, can now be leveraged to craft a core strategy tailored for the Engineering Consultant industry, outlining options for each of the four identified scenarios (Agenda 2030)



2. **Perception Analysis:** Normally, stakeholders are consulted, but for this approach, we used ChatGPT and industry experts for gathering perception

4. **Scenario Building:** The Key Uncertainties serve as a foundation for the scenario matrix designed to identify four extreme future scenarios.

6. **Monitoring:** By aligning the scenarios with actual developments, strategic options can be chosen to complement the core strategy.



### What is certain and what is not ...

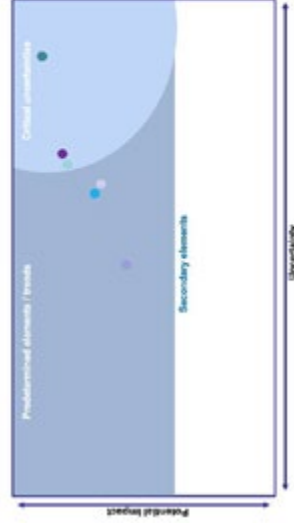
In the formulation of scenarios, key uncertainties serve as foundational elements, representing the principal drivers of these scenarios. The process relies on the identification of influencing factors, which vary in their degree of certainty. The objective of this approach is to specify the various impacts on the environment, particularly within the context of the engineering consultancy industry, by differentiating between various future scenarios related to climate adaptation. Through this methodology, the following key uncertainties have been identified:

The trends identified in the upper right quadrant of the Uncertainty Grid, referred to as "Critical Uncertainties," indicate developments with high uncertainty. These trends are essential in shaping the future scenarios as they represent pivotal factors that could significantly impact the engineering consultancy industry. By recognizing these critical uncertainties, organizations can better prepare for and adapt to potential changes, ensuring strategic resilience and informed decision-making.

(1) The uncertainty around climate change intensity involves the variability and unpredictability of climate changes, including temperature increases, shifts in precipitation patterns, and extreme weather events. This unpredictability complicates adaptive strategies as changes can significantly alter ecosystems, water availability, agriculture, and urban planning

(2) Economic conditions focus on the resilience of European economies to finance substantial climate adaptation projects amidst potential economic fluctuations.

- (1) Climate Change Intensity
- (2) Economic Conditions
- (3) Technological Advancements
- (4) Regulatory Frameworks
- (5) Public Awareness & Behavioral Change
- (6) Geopolitical Dynamics



- Key Uncertainties**
- Climate Change Intensity
- Economic Conditions
- Technological Advancements
- Regulatory Frameworks and Behavioral Change
- Geopolitical Dynamics

Economic stability affects funding availability for these initiatives, with downturns reducing and growth expanding the resources for adaptation.

(3) Innovations in climate adaptation, such as advanced flood defenses, drought-resistant crops, and efficient renewable energy solutions, are crucial for enhancing adaptation capabilities. However, the pace of technological development and adoption remains uncertain, impacting the overall effectiveness and cost-efficiency.

(4) Changes in EU and national climate adaptation policies, including new regulations, subsidies, and penalties related to carbon emissions, shape the operational landscape for adaptation projects. These policies influence implementation methods and costs, and are subject to shifts based on political changes.

(5) The evolution of public perception and behavior toward climate change adaptation is a critical uncertainty. Increased awareness

Each of the developed uncertainties has been analyzed for its potential impact on the industry. This analysis includes evaluating how these factors interact and influence each other. For instance, regulatory frameworks might be heavily influenced by public awareness and geopolitical dynamics, while technological advancements could mitigate or exacerbate the impacts of climate change in terms of climate adaptation. Based on this analysis, two primary dimensions have been selected to form the basis for scenario development. These dimensions represent the most significant and uncertain factors that will drive future scenarios

## Formulation of Scenario Dimensions

Based on this analysis, two primary dimensions have been selected to form the basis for scenario development. These dimensions represent the most significant and uncertain factors that will drive future scenarios:

(1) **Awareness about Climate Change:** This dimension encompasses the level of public and political awareness and engagement regarding climate change. High awareness can lead to increased actions and investments in sustainable technologies, while low awareness may hinder progress.

(2) **Capability of Technology & Workforce:** This dimension refers to the ability and readiness of technology and the workforce to adapt to new challenges and develop innovative solutions. High capability can promote the implementation of sustainable practices and adaptation to climate change.

## Scenario 1: High Alert

breakthrough technologies, resulting in a cohesive and aggressive response to climate challenges. This scenario optimizes the intersection of high public awareness and technological sophistication, reducing the vulnerability of European nations to climate impacts and setting a global standard for climate resilience.

### How to handle this scenario?

Consulting engineering firms find themselves at the forefront of climate adaptation, driven by strong market demand and substantial investments in infrastructure resilience. Engineering solutions are increasingly sophisticated, incorporating AI, IoT, and smart grid technologies that optimize energy use and enhance urban sustainability. The industry's role expands beyond traditional design and construction towards an integrated approach that includes long-term sustainability consulting and management services. To meet the surge in demand, firms must rapidly scale their capabilities, invest in continuous professional development, and adopt cutting-edge tools to stay competitive.

Partnerships between public entities and private firms thrive, fueled by supportive regulatory frameworks that offer incentives for green projects and penalize unsustainable practices. This heightened public perception leads to strong demand and political will, resulting in comprehensive regulatory frameworks, high R&D investment, rapid technology deployment, and coordinated and effective global adaptation efforts. Several critical influence factors shape this scenario. The intensity of climate change, marked by severe increases in climate-related events, heightens public perception of the urgency of climate adaptation. Public awareness and behavioral changes lead to a surge in demand for immediate action, influencing behaviors such as increased use of renewable energy and

as increased use of renewable energy and as increased use of renewable energy and

support for green policies.

This demand accelerates investment and innovation in advanced technologies, including smart infrastructure and energy-efficient systems, as firms compete to provide effective solutions. Economic growth is spurred by investments in green technology, creating jobs and new market opportunities, which in turn provide more funding for further research and development. Governments respond with strong regulatory support, implementing strict environmental standards and incentives for sustainable practices, reinforcing the cycle of innovation and adaptation.

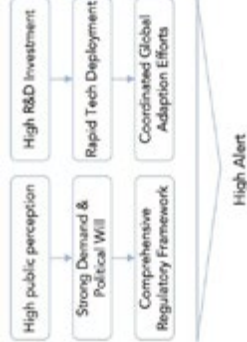
The effective response and technological leadership position Europe as a model, fostering international partnerships and setting standards in global climate policies. Finally, the robustness and resilience of supply chains support the rapid deployment of advanced technologies, especially in renewable energy and smart infrastructure sectors, ensuring the successful implementation of climate adaptation strategies.

In the "High Alert" scenario, Europe experiences heightened public awareness and understanding of the severe implications of climate change. This awareness leads to strong demand for robust climate action, propelling both governments and the private sector to invest significantly in advanced technologies. Consequently, substantial investments in state-of-the-art flood defenses, drought-resistant crops, and innovative renewable energy solutions become the norm. The workforce is equipped with skilled professionals who drive technological advancements efficiently, supported by stringent regulatory frameworks that offer incentives for sustainable practices and penalize carbon-heavy activities.

International collaboration flourishes as countries share best practices and



Scenario Chain of Actions:



Which implications are recommended in this scenario?

For consulting engineers, the "High Alert" scenario implies a major shift in their role and responsibilities. They will need to rapidly scale their operations and expertise to meet the rising demand for climate adaptation solutions. Their work will increasingly integrate advanced technologies such as AI, IoT, and smart grids. Furthermore, the focus will expand from traditional design and construction to offering long-term sustainability consulting and management services, requiring continuous innovation and professional development to stay competitive.





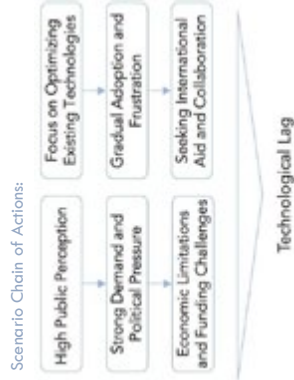
## Scenario 2: Technological Lag

wisely. Consulting engineers play a crucial advisory role, helping clients navigate the complexities of implementing effective climate adaptation strategies with limited technological options. They advocate for realistic project timelines and phased implementations that can accommodate future technological advancements as they become available. The industry also pushes for policies that support gradual and improvements in infrastructure, ensuring readiness for integration of new technologies when they emerge. In this environment, the ability to innovate within limitations becomes a key competitive advantage.

Reports of escalating climate impacts raise public awareness and concern, yet despite this high awareness, technological limitations frustrate public expectations and increase pressure on political and business leaders.

### What major challenges can we expect?

Consulting engineering firms face the challenge of managing public expectations while working within the constraints of existing technologies. This demands a focus on optimizing and adapting available technologies to maximize their impact. For instance, firms might prioritize retrofitting buildings to improve energy efficiency using current materials and techniques that are immediately available but less advanced than desired. Economic constraints necessitate cautious investments, which must be directed



## Scenario 3: Complacency and Innovation

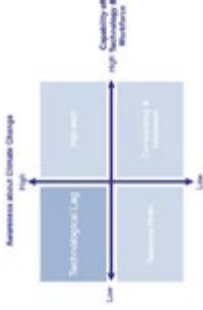
In technical matters but also in shaping public opinion and policy to fully leverage their advanced capabilities.

Despite increasing climate variability and impacts, public awareness remains low, limiting the sense of urgency among the populace. Low public engagement results in minimal demand for utilizing available advanced technologies, slowing the adoption of innovative solutions. The presence of advanced technologies contrasts sharply with their underutilization, creating a gap between potential capabilities and actual implementation. Economic stability supports investments in technology, but without strong public or political will, these investments do not fully translate into climate adaptation actions. Policymakers implement regulations incentivizing technological adoption, but without public pressure, the enforcement and ambition of these policies may be limited. Europe maintains steady but uninspired international cooperation, sharing technology passively rather than proactively pushing for global climate resilience initiatives. The role of media in shaping public perception and awareness of climate change and the necessity for adaptation measures is crucial.

Corporate Social Responsibility (CSR) initiatives also play a role, as the extent to which large corporations adopt and promote sustainable practices can potentially lead the way in technology usage despite public complacency.

Complacency and innovation, Europe, despite possessing advanced technological solutions and a wealth of skilled human resources, suffers from a climate change. This complacency results in a lack of public interest and awareness regarding advanced technological capabilities in a paradox where technological capabilities are underutilized. Economic stability facilitates investments in cutting-edge technologies, yet public disengagement means there is little pressure on governments to enforce existing climate regulations vigorously. As a result, much of the technological potential is left untapped, and the implementation of effective adaptation strategies is sluggish. International cooperation remains routine without any significant drive for enhancement. The gap between what could be achieved with available technologies and what is being done due to public indifference poses a significant risk, potentially leading to a reactive rather than proactive approach to climate adaptation.

Consulting engineering firms possess the tools needed for substantial advancements in climate adaptation but must overcome public indifference to implement these technologies effectively. The industry finds itself in a critical position of needing to drive not just technological adoption but also engagement and education about the urgency of climate issues. Firms invest in outreach and public education campaigns, showcasing successful projects and the tangible benefits of advanced technologies in community settings. They also lobby for stronger policies that require the implementation of sustainable technologies, ensuring that advancements in engineering do not sit idle. Internally, firms focus on creating adaptable designs that can be easily updated as public opinion and regulatory environments evolve. This scenario presents a unique challenge: the necessity for consulting engineers to lead not only



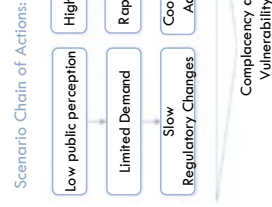
Which implications are recommended in this scenario?

The implications for the engineering consultancy industry are profound. Consulting engineers face significant challenges due to limited resources and outdated technologies, highlighting a pressing need for innovative, low-cost solutions. The vulnerability of existing infrastructure necessitates frequent repairs and retrofits, demanding a high level of ingenuity and adaptability from engineering firms. Furthermore, engineers must take on a proactive role in policy and advocacy, pushing for greater investment in research and development and fostering stronger international cooperation to address these formidable challenges effectively.



Which implications are recommended in this scenario?

Consulting engineers must demand expertise to optimize and maintain resilient systems, driving policy and technological adoption. Existing infrastructure requires updates to incorporate underutilized advanced technologies. There is a need for strong advocacy to ensure robust regulations and policies that support technology adoption. The industry focuses on enhancing sustainability and efficiency, playing a crucial role in leading public opinion and policy changes. Moreover, engineers must innovate within limitations, fostering increased competition and collaboration to tackle large-scale issues effectively.



# Scenario 4: Resource Strain

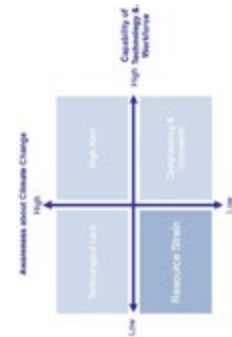
level of innovation and flexibility from the industry, prioritizing resilience and adaptability in the face of severe challenges.

Public perception remains low, resulting in limited demand for climate action, slow regulatory changes, minimal investment in research and development, and slow technological progress, leading to reactive rather than proactive adaptation measures. The increased frequency and severity of climate events go largely unnoticed or underestimated by the public, exacerbating the risk. Lack of awareness leads to inadequate behavioral changes, leaving populations more vulnerable to climate impacts. Significant technological and resource limitations restrict the development and deployment of effective adaptation strategies.

The "Resource Strain" scenario depicts a Europe grappling with both low public awareness of climate change and a lack of technological and human resources. Economic instability exacerbates the situation, leading to decreased investments in necessary climate adaptation projects. Governments struggle to enforce even minimal regulatory frameworks, and public incentives for adopting sustainable practices are scarce. The general populace remains largely uninformed about the climate crisis, resulting in no significant change in behavior or demand for innovation. This lack of awareness and resources results in minimal international cooperation, as countries focus inwardly, trying to manage their limited resources. Severe consequences include increased vulnerability to extreme weather events, significant economic downturns, and social instability, as Europe finds itself ill-equipped to handle the escalating impacts of climate change.

Consulting engineering firms operate in a highly constrained environment where the need for affordable, effective climate adaptation solutions is urgent but difficult to address due to technological and resource limitations. The industry focuses on developing and deploying low-cost, resource-efficient technologies that can be implemented quickly and without extensive infrastructure overhaul. Consulting engineers become vital in crisis management, developing strategies to ensure that the most critical infrastructure can withstand climatic events with minimal resources. They pioneer the use of alternative materials and simpler technologies that maintain functionality while being accessible and manageable within economic constraints. The firms advocate for increased funding and international aid to bolster technological capabilities, emphasizing the necessity of immediate and practical solutions in a resource-strained setting. This scenario demands a high

Scenario Chain of Actions:



Economic hardships further reduce available funding for climate adaptation, leading to the prioritization of immediate, short-term survival needs over long-term resilience strategies. Weak or poorly enforced regulatory frameworks fail to drive significant improvements in sustainability or adaptation, compounding the challenges. Strained resources limit the ability and incentive for international cooperation, as countries focus inwardly on their immediate issues, reducing collaborative efforts and shared solutions. The level and effectiveness of international aid play a crucial role in providing the necessary resources for climate adaptation in the face of technological and awareness shortfalls



Which implications are recommended in this scenario?

Consulting engineers face significant challenges due to low demand and limited resources, taking on a critical advisory role in crisis management. Existing infrastructure is vulnerable, requiring low-cost retrofits and frequent repairs to maintain functionality. Policy and advocacy efforts are essential, as engineers push for the implementation of crucial regulations and greater investment in research

and development. The industry must manage public expectations by utilizing low-cost, resource-efficient technologies and focusing on retrofitting existing systems for resilience. Despite limited projects, competition drives innovation within these constraints, leading to increased collaboration among firms.



# Strategic Measures for High Climate Change Awareness and High Technological and Human Resource Availability

## -Scenario High Alert-

In this scenario, Europe experiences a strong demand for climate action, driven by increased public awareness. This leads to significant investments in new technologies. Consulting engineers are vital in helping Europe adapt to the challenges of climate change by providing practical, lasting solutions.

Small consulting engineering firms should focus on niche areas like coastal protection, drought-resistant infrastructure, or localized renewable energy solutions. These firms excel in specialized fields, offering deep expertise that sets them apart in the market. By concentrating on targeted areas of climate adaptation, they can provide critical, tailored services. Additionally, forming alliances with larger firms or other specialists can enable them to expand their offerings without losing their focus.

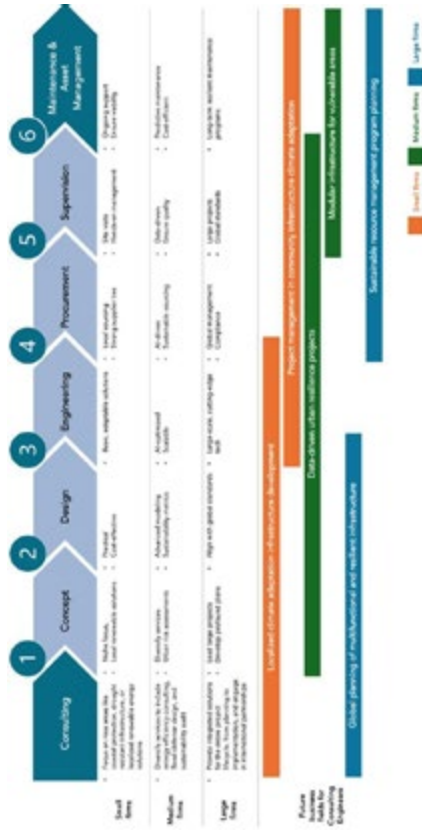
Medium-sized firms, with broader capabilities,

should diversify their services. This might include energy efficiency consulting, flood defense design, and sustainability audits. Such diversification allows these firms to serve a wide range of clients, from local governments to mid-sized companies, all of whom need robust climate adaptation strategies. Investing in technologies like AI and infrastructure monitoring can further enhance their competitiveness, providing advanced solutions that address the complex challenges of climate change.

Large consulting engineering firms should provide integrated solutions that cover the entire project lifecycle, from planning to implementation. These firms can manage large, complex projects that require significant resources and expertise. Engaging in international partnerships allows them to share best practices and lead in global climate adaptation efforts. This not only strengthens their

position but also ensures their projects benefit from the latest innovations and global insights.

Across all firm sizes, developing AI-driven climate risk management tools is crucial. Small firms can create tailored AI solutions to assess local risks and recommend specific adaptation measures, offering clients valuable, actionable insights. Medium-sized firms should integrate AI into their broader services, helping clients prioritize investments by modeling the impact of different climate scenarios. Large firms should focus on comprehensive AI platforms that provide real-time risk assessments and adaptive planning for large-scale projects, ensuring they remain at the cutting edge of technology.





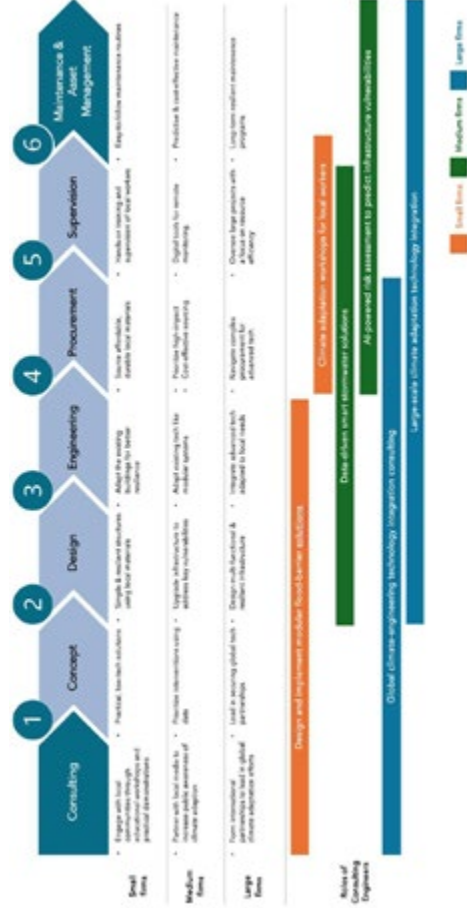
## Strategic Measures for High Climate Change Awareness and Low Technological and Human Resource Availability -Scenario Technological Lag-

In this scenario, Europe faces serious climate risks, but old technology and not enough skilled workers make it hard to respond effectively. Even though people strongly demand action, economic limits and few resources result in weak adaptation efforts and growing frustration.

For small consulting engineering firms, the focus should be on providing simple and low-cost solutions that can be implemented quickly. These firms can design local flood barriers or improve drainage systems by using readily available materials. Additionally the small firms should work on training local workers in climate adaptation techniques. They also have to help building the skills needed to maintain and manage these measures over time.

Medium-sized firms, on the other hand, should leverage data and technology to make the best use of the resources available. By analyzing local climate risks, these firms can design infrastructure that is specifically tailored to handle threats like flooding or drought. They can also assist governments in creating practical policies that prioritize the most critical and affordable adaptation measures. Moreover, medium firms can use AI tools to predict which parts of the infrastructure are most at risk, ensuring that resources are directed where they are needed most.

Large consulting engineering firms are in a position to lead efforts to bring in advanced



## Strategic Measures for Low Climate Change Awareness and High Technological and Human Resource Availability - Scenario Complacency and Innovation-

In this scenario, where there is low climate change awareness but high technological and human resource availability, consulting engineers are essential.

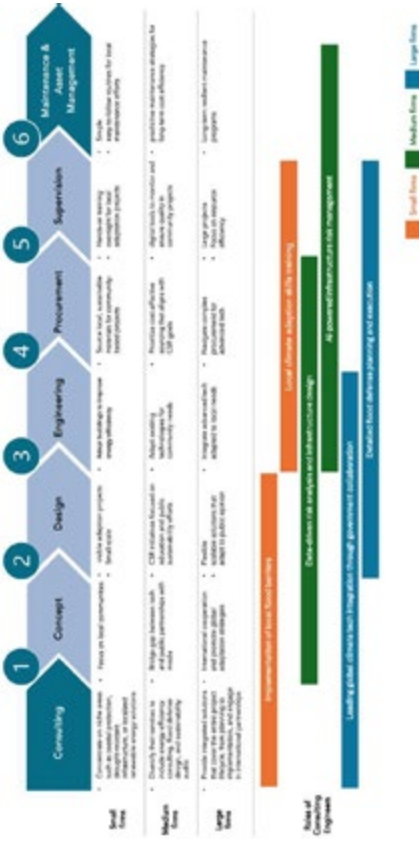
Small consulting engineering firms should focus on engaging with local communities through education and practical demonstration projects. They can hold workshops and community events to show how climate adaptation solutions can be implemented. They can install rainwater harvesting systems or upgrade buildings for better energy efficiency. These visible and practical steps directly benefit the community and help illustrate the importance of climate adaptation. Medium-sized firms should work to bridge the gap between advanced technology and public understanding. The strategy is to partner with local media to create content that raises awareness about climate adaptation. By simplifying complex technologies into easy-to-understand messages, medium firms can help the public see how these innovations can improve

their lives and communities. Additionally, medium firms should develop Corporate Social Responsibility initiatives that educate the public on the benefits of sustainable practices. For example, they could sponsor community based adaptation projects or participate in local sustainability events. They should also advocate for stronger enforcement of climate regulations, working with policymakers to highlight the economic and social benefits of taking action now.

Large consulting engineering firms are in a position to lead global and regional climate adaptation initiatives. They should focus on promoting international cooperation by forming partnerships with other global companies to share best practices and technologies.

These partnerships can help ensure that advanced technologies are applied where they are most needed, even in regions with less public or political support for climate adaptation. Large firms should also design

flexible engineering solutions that can evolve as public opinion and regulatory environments change. This might involve creating modular infrastructure projects that can be scaled up or down depending on future needs. Large firms should invest in public awareness campaigns that emphasize the importance of climate adaptation. By using successful projects as case studies, these campaigns can demonstrate the tangible benefits of advanced technologies and help shift public opinion towards greater support for climate action.





## Strategic Measures for Low Climate Change Awareness and Low Technological and Human Resource Availability

### -Scenario Resource Strain-

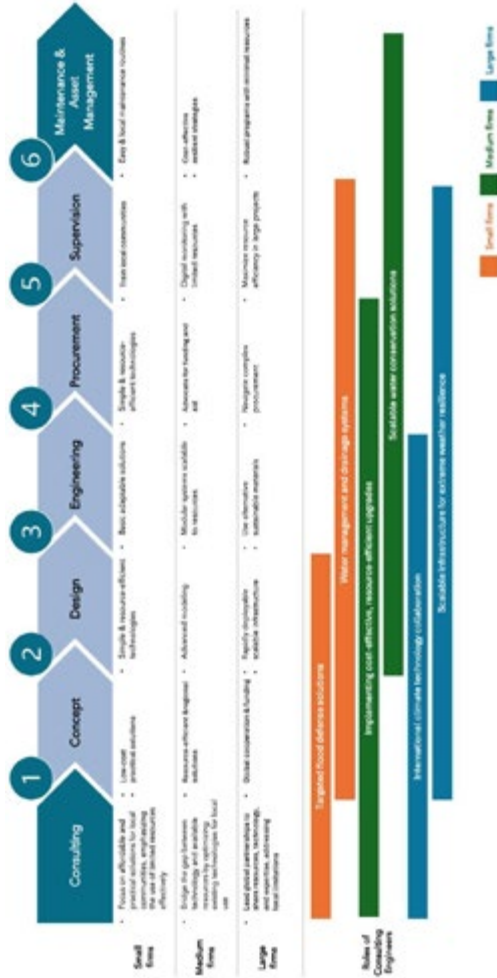
In this scenario, Europe faces low public awareness of climate change, combined with a shortage of technology and resources, making consulting engineers crucial for developing effective climate adaptation strategies.

Small consulting engineering firms should focus on affordable and practical solutions. They can develop simple technologies that are easy to use with limited resources. Examples include basic flood defenses, better water management systems, or energy-efficient upgrades to buildings. They should also promote the use of local, low-cost materials to reduce reliance on global supply chains. Offering services that help communities prepare for and respond to immediate climate threats is crucial in this

scenario. Medium sized firms should aim to bridge the gap between technology and available resources. They can help communities make the most of existing technologies to stretch limited resources. This might involve improving energy efficiency or water conservation in ways that are tailored to local needs. They can also adapt current technologies to work better in resource-limited environments, such as creating modular systems that can expand as resources grow. Additionally, they should advocate for more funding and international aid to support critical climate adaptation projects.

Large firms need to lead efforts to build global partnerships. By sharing resources, technologies,

and expertise, they can help overcome local resource limitations. Large firms should focus on designing scalable solutions that are resource-efficient and can be implemented quickly. These solutions should be adaptable to different levels of resource availability, investing in infrastructure that can withstand extreme weather with minimal maintenance is also essential. This ensures long-term resilience even in a strained environment.



## Reflection on the Differences between ChatGPT Input and Expert Input

When comparing the advice from ChatGPT to that of experts, several clear differences emerge, particularly in how the information is applied and how effective it is in practice.

First, ChatGPT provides a broad range of suggestions, often covering multiple possibilities. This can be helpful because it gives a wide array of options to consider. However, this broad approach can sometimes be a drawback. ChatGPT often lacks the specific details needed to implement these ideas effectively. For example, it might suggest using several different technologies or strategies but might not specify which ones are the most practical or feasible for your particular situation. This can make it challenging to decide which path to follow.

In contrast, experts bring years of practical experience to their advice. They can provide options and give specific guidance. An expert might recommend a particular energy-saving technology that has been tried and tested in similar situations. That means, their advice is based on what has worked before, making it more likely to be successful. Experts can also prioritize actions based on what resources are available, ensuring that the advice is not only relevant but also practical.

Based on that planning might be handled very differently by ChatGPT and experts. While ChatGPT can generate a variety of plans, it doesn't always know which steps are the most

important. This can lead to plans that are less focused and might miss the mark in terms of what's most needed. ChatGPT's recommendations are based on patterns in the data it has been trained on, so it might suggest advanced technologies without considering whether they are available or affordable in your area. Experts, on the other hand, understand these local challenges. They can offer advice that considers factors like local regulations, available resources, and potential partnerships, making their guidance more tailored and realistic.

So it is clear to see that ChatGPT's main limitation is its difficulty in prioritizing information. While it can suggest a wide range of options, it doesn't always have the ability to determine which ones are the best fit for a specific situation. This can result in a lot of ideas, but no clear direction on which to pursue. Experts, by contrast, are skilled at quickly identifying the key steps that need to be taken. This is especially important when resources are limited and every decision carries weight. Their ability to prioritize can make the difference between a successful project and one that falters.

Lastly, while ChatGPT might not have the same level of specialization as an expert, it does have its advantages. ChatGPT can access a vast amount of information quickly and provide a

broad perspective on a problem. It's also significantly cheaper to use than hiring a human expert, and it offers more flexibility in terms of when and where it can be used. This makes it a valuable tool, especially for situations where cost and access are major concerns.



