

Wie KI die Resilienz in kleinen und mittelgroßen Unternehmen steigern kann

Immo Brüggemann¹, Nohemi Villarreal², Dr. Stephan Buse³

Abstrakt

Der Artikel untersucht, wie generative Künstliche Intelligenz (KI) in den strategischen Managementprozess integriert werden kann, um die Resilienz von kleinen und mittelgroßen Unternehmen (KMU) zu stärken. Der strategische Managementprozess wird in drei Phasen unterteilt: Zunächst erfolgt die Sammlung und Strukturierung unstrukturierter Daten aus dem makro- und mikroökonomischen Umfeld. Hier unterstützt die KI durch das effiziente Sammeln und Clustern relevanter Informationen, wodurch Entscheidungsträger aktuelle Trends und Entwicklungen besser einschätzen können. In der zweiten Phase, der Bewertung interner Ressourcen, hilft die KI dabei, implizites Wissen im Unternehmen zu erfassen und dieses systematisch zu analysieren, um Stärken und Schwächen aufzudecken. In der abschließenden Phase der Strategieentwicklung kombiniert die KI interne und externe Daten, generiert neue strategische Ansätze und unterstützt so die Ableitung konkreter Handlungsfelder. Die KI fungiert als Partner, der die Entscheidungsfindung erheblich verbessert und die Resilienz des Unternehmens durch eine fundierte strategische Planung stärkt.

¹ Immo Brüggemann
Immo.brueggemann@creatum.io
CREATUM GmbH, Am Sandtorkai 32, 20457 Hamburg, Deutschland

² Nohemi Villarreal
Nohemi.villarreal@creatum.io
CREATUM GmbH, Am Sandtorkai 32, 20457 Hamburg, Deutschland

³ Dr. Stephan Buse
stephan.buse@tuhh.de
Institut für Technologie- und Innovationsmanagement, Technische Universität Hamburg, Am Schwarzenberg-Campus 1, 21073 Hamburg, Deutschland

1 Einführung

Generative KI, ihre Fähigkeiten und ein strategischer Umgang mit der Technologie in Unternehmen sind zu einem Dauerthema in Managementmagazinen geworden. Diesbezüglich die richtigen Initiativen zu ergreifen, ist jedoch herausfordernd, bedenkt man die Vielzahl an Chancen und Bedrohungen, die die Unternehmen umgeben. Tägliche Updates zu technologischen Möglichkeiten, der Druck verschiedener gesellschaftlicher Interessengruppen, Verantwortung für eine nachhaltigere Wirtschaft zu übernehmen, oder das Vorhersehen und Reagieren auf die nächste internationale Krise sind nur einige Faktoren aus dem makroökonomischen Umfeld eines Unternehmens, die zusammen mit strategischen Maßnahmen von Wettbewerbern innerhalb der Branche auf das Unternehmen wirken (Hutzschenreuter & Harhoff, 2021). Besonders kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU) fehlt es nicht selten an Expertise und Kapazitäten, um strategisch mit einem solch komplexen Umfeld umzugehen, das von Entscheidungsträgern mehr verlangt als eine kurzfristige Marktpositionierungsstrategie und einen stabilen Vertriebsprozess auf Basis ihrer Erfahrung (Singh & Ramdeo, 2023).

Die aktuelle Lücke:

Frühere Artikel beschreiben bereits den Ansatz, KI als einen selbstagierenden, sogenannten „autosapienten“, Kooperationspartner für Menschen zu betrachten. Autosapient ist dabei eine Wortkreation von Heimans und Timms (2024), welche sich aus den Komponenten „auto“, für autonom handelnd, und „sapient“, für im Besitz von Wissen befindend, zusammensetzt (Heimans und Timms 2024, Bansal 2024). Bestehenden Veröffentlichungen fehlt es allerdings an einem Ansatz, KI innerhalb des strategischen Managements als autosapienten Partner mit der entsprechenden Expertise zu etablieren.

Die Lösung:

Die aktuellen Fähigkeiten von KI bieten eine bisher unerschlossene Möglichkeit für den systematischen Umgang mit der Komplexität der Unternehmensumgebung auf der strategischen Ebene. Ausgestattet mit der Expertise aus dem strategischen Management, kann die Technologie als autosapienter Partner die unstrukturierten Daten aus dem makro- und mikroökonomischen Umfeld verarbeiten, die erforderlichen internen Informationen aus dem Unternehmen erfassen und bewerten und auf dieser Basis neuartige Ansätze für eine strategische Positionierung liefern. Zwar verbleibt die Entscheidung über die strategische Ausrichtung und die damit einhergehenden Initiativen weiterhin beim Entscheidungsträger, die Grundlage für diese Entscheidung kann allerdings technologiebasiert erheblich verbessert werden.

1 Die Rolle von systematischem strategischem Management als Werkzeug zur Steigerung der Resilienz

Im Laufe der Jahre und angesichts des sich schnell wandelnden Geschäftsumfelds ist Resilienz zu einem grundlegenden Merkmal für den Erfolg jeder Organisation geworden. Unternehmensresilienz bezieht sich auf „die Fähigkeit eines Unternehmens, Stress zu absorbieren, kritische Funktionen wiederherzustellen und in veränderten Umständen zu gedeihen“ (Reeves & Whitaker, 2020).

Wirtschaftliche Schwankungen, technologische Umwälzungen und Wettbewerbsdruck sind nur einige der Herausforderungen, denen sich Unternehmen stellen müssen, um langfristig wettbewerbsfähig und damit relevant zu bleiben. Um sich an solche Veränderungen im Umfeld anzupassen und erfolgreich zu sein, sind Organisationen gezwungen, einen systematischen strategischen Managementansatz zu implementieren, bei dem Resilienz als Säule der Gesamtstrategie und des

Entscheidungsprozesses des Unternehmens integriert wird, anstatt sie als separate Einheit oder Funktion zu betrachten (Denyer, 2017).

Konkret müssen Unternehmen, um ihre Resilienz zu erhöhen, ein System etablieren, das kontinuierlich das Makro- und Mikro-Umfeld bewertet, wie technologische Trends, regulatorische Veränderungen und neue Markteintritte. In diesem Zusammenhang müssen auch die internen Fähigkeiten vor den aktuellen Marktgegebenheiten bewertet und optimiert werden, ein Kernelement des strategischen Managements. Obwohl die Notwendigkeit eines solchen Setups zur Steigerung der Resilienz keineswegs neu ist, nimmt der Druck zur Etablierung durch die zunehmende Volatilität im Unternehmensumfeld zu. Das Problem, dem insbesondere kleine und mittlere Unternehmen gegenüberstehen, besteht in einem Mangel an Ressourcen und Fähigkeiten, ein System zu etablieren, das kontinuierlich die Unternehmensstruktur bewertet und Manager dabei unterstützt, systematisch und strategisch damit umzugehen, um so zur Resilienz des Unternehmens beizutragen.

2 Prozess des strategischen Managements

Strategisches Management ist wie folgt definiert: "Das Feld des strategischen Managements befasst sich mit den bedeutenden geplanten und aufkommenden Initiativen, die von Managern im Namen der Anteilseigner ergriffen werden, einschließlich der Nutzung von Ressourcen, um die Leistung von Unternehmen in ihrem externen Umfeld zu verbessern" (Lynch et al. 2024, S.8). Der Prozess des strategischen Managements, wie wir ihn sehen, kann als ein systematischer Ansatz beschrieben werden, der in drei Hauptphasen unterteilt ist, die kontinuierlich durchlaufen werden. Zunächst müssen unstrukturierte Daten aus dem Makro- und Mikro-Umfeld gesammelt und in strukturierte Daten umgewandelt werden. In der zweiten Phase müssen die internen Daten des Unternehmens bewertet und mit den gewonnenen Informationen aus der ersten Phase kombiniert werden. Schließlich müssen die Ergebnisse der beiden vorhergehenden Phasen systematisch zusammengeführt werden, um strategische Handlungsfelder in neuen und bestehenden Märkten zu definieren. Jede Phase umfasst bekannte Rahmenwerke und Methoden, die wir im Folgenden auf konzeptioneller Ebene überprüfen werden, um die Grundlage für unseren Ansatz zur Nutzung von generativer KI in jedem dieser Bereiche zu legen.

2.1 Bewertung des Umfelds als Grundlage für die Strategie

Eine robuste strategische Planung erfordert die Bewertung von Daten aus dem Makro- und Mikro-Umfeld. Die Quellen für solche Daten sind nahezu unendlich. Zu den häufig genutzten zählen Marktberichte, Whitepapers, Newsletter, Magazine und wirtschaftliche Indikatoren. Um diese effektiv zu nutzen, müssen sie kontinuierlich in gut strukturierte und geclusterte Informationen umgewandelt werden, auf die Entscheidungsträger reagieren können. Bewährte Methoden hierfür sind die PESTEL-Analyse sowie die Porter's Five Forces-Analyse, die im Folgenden kurz erläutert werden.

PESTEL-Analyse: Diese Methode bewertet das Makroumfeld von Unternehmen anhand der folgenden Kategorien: politisch, wirtschaftlich, sozial, technologisch, ökologisch und rechtlich, abgekürzt als PESTEL. Für jede dieser Kategorien werden die neuesten Trends und Veränderungen überwacht und hinsichtlich ihres potenziellen Einflusses auf die Branche eines Unternehmens bewertet. Die Informationen für diese Analyse stammen aus vielfältigen Quellen, von öffentlich zugänglichen Medien und Statistiken bis hin zu proprietären Quellen (e.g. Song et al. 2017; Sandberg et al. 2016).

Porter's Five Forces: Dieses Framework analysiert das Mikroumfeld von Unternehmen, insbesondere die Märkte, in denen ein Unternehmen tätig ist, mit Fokus auf die Wettbewerbssituation. Dazu werden fünf Hauptkräfte bewertet: die Verhandlungsmacht der Lieferanten, die Verhandlungsmacht der Kunden, die Rivalität zwischen bestehenden Wettbewerbern, die Bedrohung durch neue Marktteilnehmer und die Gefahr durch Ersatzprodukte (Porter 1989). Wie bei der PESTEL-Analyse müssen auch hier Trends aus verschiedenen unstrukturierten Datenquellen abgeleitet und in umsetzbare Erkenntnisse umgewandelt werden (Grundy 2006).

2.2 Bewertung interner Ressourcen zur Strategiebildung

Es gibt eine Reihe etablierter ressourcenorientierter Methoden und Frameworks, die sich auf die Bewertung der Fähigkeiten eines Unternehmens konzentrieren, anstatt auf dessen Umfeld. Im Folgenden werfen wir einen kurzen Blick auf die VRIO-Methode sowie die SWOT-Analyse, obwohl die ressourcenorientierte Perspektive nur ein Teil der letzteren ist (Barney, 1991).

VRIO-Methode: Die VRIO-Methode bewertet die Ressourcen eines Unternehmens, um festzustellen, ob sie als Grundlage für einen Wettbewerbsvorteil dienen können. Nach der Identifizierung der relevanten Ressourcen wird jede nach den folgenden vier Kriterien bewertet:

1. **Wert:** Erhöht die Ressource die Effizienz oder den Kundennutzen?
2. **Seltenheit:** Ist die Ressource knapp?
3. **Imitierbarkeit:** Ist es für Wettbewerber schwierig, die Ressource zu kopieren?
4. **Organisation:** Ist das Unternehmen so strukturiert, dass es die Ressource optimal nutzen kann? Wenn eine Ressource alle vier Kriterien erfüllt, bietet sie einen nachhaltigen Wettbewerbsvorteil.

SWOT-Analyse: Die SWOT-Analyse hilft Unternehmen, ihre strategische Position zu bewerten, indem sie zunächst die folgenden vier Aspekte analysiert (Houben, Lenie, & Vanhoof, 1999):

1. **Chancen:** Externe Faktoren, die genutzt werden können.
2. **Bedrohungen:** Externe Herausforderungen.
3. **Stärken:** Interne Vorteile.
4. **Schwächen:** Interne Nachteile

Durch die Analyse dieser vier Elemente kann ein Unternehmen Strategien entwickeln, die Stärken nutzen, Schwächen minimieren, Chancen ausnutzen und sich gegen Bedrohungen verteidigen, was eine effektive Entscheidungsfindung unterstützt. Während Chancen und Bedrohungen Input-Informationen aus der ersten Phase des strategischen Managementprozesses sind, ist der Aspekt der Kombination von interner und externer Perspektive der SWOT-Analyse in der dritten Phase relevant. Der in dieser Phase wichtigste Teil der SWOT-Analyse ist jedoch die Ableitung von Stärken und Schwächen eines Unternehmens.

2.3 Ableitung strategischer Handlungsfelder und entsprechender Strategien

Um die Grundlage für strategische Initiativen zu legen, müssen interne Stärken und Schwächen identifiziert und mit den Ergebnissen der externen Analyse kombiniert werden, um strategische Handlungsfelder und die entsprechenden Initiativen zu bestimmen. Ein gängiges Framework hierfür ist die SWOT-Analyse sowie die Ansoff-Matrix.

SWOT-Analyse: Dieses bekannte Framework wurde bereits oben erklärt, wird jedoch nochmals erwähnt, da es die internen Stärken und Schwächen mit den externen Chancen und Bedrohungen kombiniert, um neue Ansätze für das Unternehmen zu entwickeln, um Markterfolg zu erzielen.

Ansoff-Matrix: Diese Methode wird verwendet, um neue Wachstumsansätze zu identifizieren. Innerhalb einer 2x2-Matrix werden Wachstumsstrategien in folgende Kategorien eingeteilt (Ansoff, 1957):

- **Marktdurchdringung:** Erhöhung des Marktanteils bestehender Produkte in bestehenden Märkten.
- **Marktentwicklung:** Einführung bestehender Produkte in neuen Märkten.
- **Produktentwicklung:** Entwicklung neuer Produkte für bestehende Märkte.

- **Diversifikation:** Einführung neuer Produkte in neuen Märkten.

Diese Methoden unterstützen Manager systematisch dabei, Ansätze zur Sicherung der Marktposition zu prüfen und neue Wachstumsfelder zu identifizieren.

3 Die Herausforderung für kleine und mittelgroße Unternehmen

Für kleine und mittelgroße Unternehmen (KMUs) stellt die Umsetzung eines strukturierten und methodenbasierten strategischen Managementprozesses eine Herausforderung dar. Gegenüber großen Unternehmen, die mit separaten Abteilungen und entsprechend zugeteilten Ressourcen ausgestattet sind, haben KMUs in der Regel deutlich limitierte finanzielle und personelle Ressourcen (Singh & Ramdeo, 2023).

Eine unmittelbare Konsequenz für KMUs ist fehlendes Wissen und Expertise im strategischen Management. Ein fortschrittliches und methodenbasiertes strategisches Management, wie im vorherigen Kapitel beschrieben, ist aus diesem Grund selten vorzufinden. Die Führungsebene der Unternehmen besteht häufig aus Unternehmern und Managern, die zwar in ihrem Fachbereich herausragende Expertise bewiesen haben, allerdings nicht originär in dem Themenfeld des strategischen Managements ausgebildet wurden oder aus mangelnder Zeit nur wenige vertiefte Trainings in dem Bereich erfahren haben. Ein Bewusstsein, vor allem aber die Expertise, die Methoden und Rahmenwerke anzuwenden, liegt aus diesem Grund nur bedingt vor und strategische Handlungsfelder werden auf Erfahrung basierend erschlossen und bearbeitet (Wang, Walker, & Redmond, 2007).

Selbst bei vorhandenem Bewusstsein für diese Situation stoßen KMUs häufig auf Hindernisse beim Erwerb der erforderlichen Expertise. Die Anzahl an Fachkräften, die mit entsprechenden Fähigkeiten ausgestattet sind, ist begrenzt und die Gehaltsforderungen hoch (Dey et al., 2022). Auch die Konsultierung entsprechender Beratungen ist in der Regel mit erheblichen Investments verbunden. Insbesondere in wirtschaftlich schwierigen Situationen überwiegt folglich der Kostendruck der Investitionsbereitschaft in ein Feld, das üblicherweise erst mittelfristige Ergebnisse auf den Unternehmenserfolg erzielt, aber gleichzeitig in hohem Maße auf die Resilienz des Unternehmens einzahlt (Zutshi et al., 2021). Die Komplexität und Veränderungsgeschwindigkeit der Unternehmensumgebung, die eine kontinuierliche Anwendung der Methoden und Rahmenwerke erfordern, forcieren den Ressourcenbedarf und die resultierende Problemstellung dabei weiter (Esmaeilzadeh, Ranjbar, & Jandaghi, 2024).

Wir sind der Ansicht, dass generative KI die Grundlage dafür schafft, die Vorteile von Methoden und Rahmenwerken des strategischen Managements auch in kleinen und mittelgroßen Unternehmen zu nutzen. Die Technologie, die zwar einerseits einen der größten Treiber für die bestehende Unsicherheit darstellt, kann damit die Grundlage für eine erhöhte Resilienz in kleinen und mittelständischen Unternehmen liefern.

4 Multi-Agent-KI und der Autosapient-Ansatz zur Minderung technologischer Risiken und Akzeptanzhürden

Ein häufiger Fehler, den wir immer wieder beobachten, besteht darin, dass KI-Lösungen mit dem Ziel entwickelt werden, eine endgültige "korrekte" Lösung zu liefern und die Entscheidungsfindung zu automatisieren. Das Konzept der "autosapienten" KI, wie es im Harvard Business Review-Artikel "Leading in a World Where AI Wields Power of Its Own" beschrieben wird, bietet eine andere

Perspektive auf die Ziele von KI-Systemen. Autosapiente Systeme sind darauf ausgelegt, autonom zu lernen, sich kontinuierlich zu verbessern und mit menschlichen Akteuren zu interagieren. Sie unterscheiden sich grundlegend von herkömmlichen Ansätzen, die darauf abzielen, ein finales Ergebnis zu liefern. In diesen Modellen sehen wir die Möglichkeit, Expertise in den Entscheidungsprozess zu skalieren und so eine optimierte Grundlage für menschliches Urteilsvermögen bereitzustellen (Agrawal, Gans & Goldfarb, 2018).

..

Die Vier Ebenen von KI-Modellen

Um die Transformation von KI-Systemen besser zu verstehen, ist es notwendig, die Entwicklung von einfachen Sprachmodellen hin zu komplexen Multi-Agenten-Systemen zu betrachten. Es lassen sich vier Ebenen von KI-Modellen unterscheiden, die jeweils mit zunehmender Komplexität der Aufgaben korrelieren (Guo et al. 2024), (Parthasarathy et al. 2024):

1. **Einfache Sprachmodelle (LLM - Large Language Model):** Diese grundlegenden Systeme verarbeiten und erzeugen natürliche Sprache. Sie eignen sich für allgemeine Informationsanfragen und einfache Entscheidungsprozesse. LLMs können große Mengen an Text analysieren und einfache Antworten geben, aber ihre Fähigkeiten sind auf die Verarbeitung statischer Informationen beschränkt.
2. **Spezifisch trainierte Sprachmodelle (LLM):** Diese Modelle sind auf spezifische Aufgaben oder Domänen zugeschnitten und bieten detailliertere und kontextbewusstere Einblicke auf Basis von branchen- oder unternehmensspezifischen Daten. Sie zielen darauf ab, die Leistung für eine bestimmte Fragestellung zu optimieren. Sie gehen über generische Antworten hinaus und sind besonders wertvoll in Bereichen, die spezialisiertes Fachwissen erfordern.
3. **KI-Agenten:** Ein KI-Agent kann autonom komplexe, spezialisierte Aufgaben ausführen und über Schnittstellen mit Drittsystemen interagieren. Er agiert als fortschrittlicher Entscheidungsassistent für ein spezifisches Anwendungsgebiet.
4. **Multi-Agenten-KI:** Diese fortschrittlichen Systeme bestehen aus mehreren spezialisierten Agenten, die zusammenarbeiten, um hochkomplexe Aufgaben zu bewältigen. Jeder Agent trägt mit seinem eigenen Fachwissen bei, was zu einer umfassenderen und koordinierten Entscheidungsfindung führt. Multi-Agenten-KI-Systeme sind besonders gut geeignet, die auf Expertise basierende Komponente einer Entscheidung zu unterstützen, was die Qualität und Effektivität der Entscheidungsfindung erheblich verbessert.

Eine große Chance für Multi-Agenten-KI-Systeme liegt in der Implementierung von Verifizierungsagenten, die das technologische Risiko von Halluzinationen mindern können - ein Phänomen, bei dem KI-Modelle ungenaue oder irreführende Informationen erzeugen (Sun et al., 2024). Für die Zwecke dieses Artikels bezeichnen wir sie als Gatekeeper-Agenten. Dieses Problem ist besonders in kritischen Entscheidungsprozessen extrem wichtig, bei denen Genauigkeit von größter Bedeutung ist. Gatekeeper fungieren als Filter innerhalb des Multi-Agenten-Systems und bewerten rigoros die Qualität der Ergebnisse anderer KI-Agenten, bevor diese dem nächsten Nutzer präsentiert oder in breitere Entscheidungsprozesse integriert werden. Wichtig hervorzuheben ist, dass die Rolle eines Gatekeepers in jeder Phase sowohl von einem dedizierten KI-Agenten als auch von einem menschlichen Agenten übernommen werden kann. Ein Beispiel für eine solche Architektur ist in Abbildung 1 zu sehen.

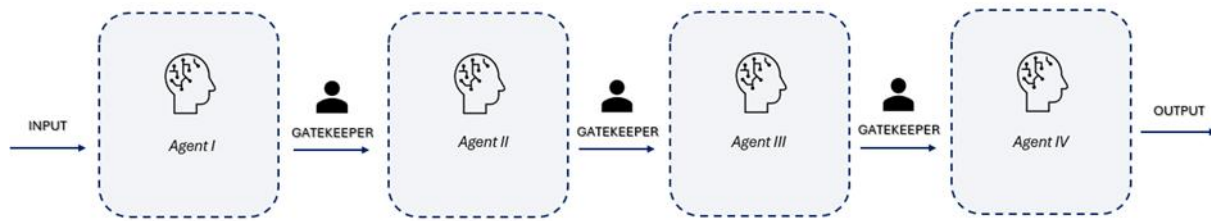


Abbildung 1. Multi-Agent System with Gatekeepers as Quality Check

Das Konzept der Gatekeeper-Agenten steht in enger Verbindung mit dem autosapienten Ansatz, bei dem KI-Systeme so konzipiert sind, dass sie kontinuierlich lernen, sich verbessern und auf sinnvolle Weise mit menschlichen Stakeholdern interagieren. Durch die Integration von Gatekeeper-Agenten erhöht das KI-System nicht nur seine Zuverlässigkeit, sondern baut auch Vertrauen bei den Nutzern auf. Diese Agenten überprüfen die Gültigkeit der generierten Inhalte anhand etablierter Fakten und bekannter Daten, um sicherzustellen, dass jedes als unzuverlässig oder verdächtig eingestufte Ergebnis an jeder Stufe markiert oder korrigiert wird, bevor es den Endnutzer erreichen erzeugt. Diese zusätzliche Prüfungsebene ist entscheidend, um das Risiko von Halluzinationen zu verringern und somit die Integrität des Entscheidungsprozesses zu schützen (Sun et al., 2024).

Darüber hinaus senken Gatekeeper-Agenten die Akzeptanzhürden für die Integration von KI in Unternehmensumgebungen. Eine der Hauptsorgen von Organisationen und Einzelpersonen war die Unvorhersehbarkeit der KI-Ergebnisse. Durch die Implementierung eines Mechanismus, der potenzielle Fehler aktiv überwacht und korrigiert, wird das System transparenter und vertrauenswürdiger. Diese Transparenz fördert ein höheres Vertrauen der Nutzer, da Entscheidungsträger die KI nicht nur als Werkzeug zur Generierung von Ideen, sondern als zuverlässigen Partner zur Erzielung genauer und fundierter Ergebnisse betrachten können (Lin et al., 2024).

In Kombination mit dem autosapienten Ansatz, bei dem das KI-System kontinuierlich lernt und sich verbessert, gewährleisten Gatekeeper-Agenten, dass der Prozess dynamisch, aber dennoch sicher bleibt, indem regelmäßige Qualitätskontrollen durchgeführt werden. Zusammen schaffen diese Elemente ein widerstandsfähigeres KI-Framework, das in der Lage ist, konsistente und zuverlässige Ergebnisse zu liefern.

5 Neue Möglichkeiten durch Generative KI im strategischen Management

In den dritten Abschnitten sind wir bereits auf den systematischen Charakter des strategischen Managements eingegangen, insbesondere auf die Unterteilung in die drei Phasen des Prozesses. Im Weiteren werden wir den konkreten Mehrwert von generativer KI in der jeweiligen Phase erläutern.

Die erste Phase: Sammlung und Strukturierung externer Daten

Die wesentliche Herausforderung in dieser Phase liegt in der Menge an unstrukturierten Daten, die zur Unternehmensumwelt vorliegen. Eine Erfassung und Klassifikation dieser Daten in verwendbare Informationen zur weiteren Verarbeitung ist für Menschen nur unter sehr hohem Zeitinvestment möglich. Generative KI kann diesen Prozess drastisch optimieren. Unter einem spezifischen Training bezüglich der Identifikation und systematischen Verarbeitung relevanter Datenquellen, können tagesaktuell strukturierte Informationen aggregiert und nach Relevanz für das Unternehmen bewertet werden. Unabhängig davon, ob die Informationen im Rahmen eines Multi Agent Ansatzes oder durch einen Menschen weiterverarbeitet werden, kann die Technologie hier über die Fähigkeit, menschliche Sprache zu verarbeiten, bereits eine deutlich verbesserte Grundlage für strategische Entscheidungen oder zumindest die taktische Reaktion auf eine Veränderung im Marktumfeld liefern. Es können so beispielsweise eine Reihe an Newsfeeds und Newslettern verarbeitet, in Themencluster überführt und

nach Relevanz bewertet werden. Nur neuartige Themen werden daraufhin zur Durchsicht weitergegeben.

Die zweite Phase: Bewertung und Integration interner Ressourcen

Diese Phase ist geprägt durch die Erfassung und Bewertung interner Ressourcen, insbesondere solcher, die Grundlage des aktuellen Wettbewerbsvorteils sind. Diese Informationen liegen nicht immer explizit vor, sondern sind implizit im Wissen einzelner Akteure verteilt. Es wird hierbei von „sticky information“ gesprochen, also internes Wissen, das oft schwer zugänglich oder teilbar ist, weil es implizit oder ungeschrieben ist. Generative KI wirkt hier über zwei Ebenen positiv. Zum einen kann über natürliche Sprache mit den relevanten Personen im Unternehmen interagiert werden, um die betreffenden Informationen zu extrahieren. Zum anderen kann der Dialog auf konkrete Kriterien, wie denen der VRIO-Methode, ausgerichtet sein und darüber Stärken und Schwächen erschließen, die vorher nicht explizit im Bewusstsein der Entscheidungsträger lagen. Ein Beispiel ist hierbei die KI-basierte Analyse von Kundenbewertungen, die sich nun in explizite Stärken des eigenen Produktes überführen lassen, über die bis dahin kein zentrales, unternehmensweites Bewusstsein herrschte (Popescu & Etzioni, 2007).

Die dritte Phase: Ableitung strategischer Handlungsfelder

Nachdem die beiden ersten Phasen vor allem die Grundlage strategischer Entscheidungen gelegt haben, werden die Ergebnisse in dieser Phase zusammengeführt und in konkrete Handlungsfelder und Initiativen überführt. Diese Phase stützt sich traditionell stark auf menschliche Kreativität und Urteilsvermögen und stellt sicher den Bereich des strategischen Managements dar, der auch zukünftig am stärksten durch menschliches Urteilsvermögen geprägt sein wird. Die Fähigkeit der generativen KI, durch die Erkennung von Mustern in trainierten Daten neue Inhalte zu generieren, bietet hier jedoch einen unmittelbaren Mehrwert als Denkanstoß für neue Kombinationen von internen Ressourcen und externen Chancen (Magni, Park & Chao, 2024). Auch nach der Identifikation relevanter Handlungsfelder, kann in der Ableitung der konkreten Initiativen, der Bewertung der Machbarkeit und der Vervollständigung der entsprechenden Maßnahmenkataloge unterstützt werden. Konkret können durch die Anwendung der Leitgedanken der Ansoff Matrix auf die internen Ressourcen und externen Rahmenbedingungen neue Wachstumsansätze generiert werden.

Insgesamt halten wir generative KI für eine große Chance im Feld des strategischen Managements. Die Fähigkeiten der Technologie in der Verarbeitung großer Datenmengen im Umgang mit menschlicher Sprache und in der Erzeugung neuer Inhalte können vor allem dann in signifikante Mehrwerte umgewandelt werden, wenn die Technologie um die methodische Expertise des strategischen Managements angereichert wird und darüber die notwendige Tiefe in den Ergebnissen liefert. Der nachfolgende Abschnitt erläutert die konkreten Ansätze dafür.

6 Anwendungsbeispiel 1: Verbesserung der Trendanalyse mit Multi-Agenten-KI

In den Worten von Michael Porter: „Das Wesentliche bei der Formulierung einer Strategie ist die Beziehung zwischen einem Unternehmen und seinem Umfeld“. Diese Erkenntnis unterstreicht eine grundlegende Wahrheit im strategischen Management: Um wettbewerbsfähig zu bleiben, müssen Unternehmen nicht nur ihre internen Fähigkeiten verstehen, sondern auch die externen Kräfte, die ihre Branche prägen, im Auge behalten. In der heutigen, sich schnell entwickelnden Geschäftslandschaft ist die Fähigkeit, aufkommende Trends zu erkennen und zu beurteilen, ob ein Unternehmen über die internen Ressourcen verfügt, um sie anzugehen, wichtiger denn je.

Ein Multi-Agenten-KI-System, das als selbständiger Partner fungiert, verbessert diesen strategischen Prozess, indem es aus Mustern lernt, fundierte Entscheidungen trifft und sich an veränderte Bedingungen anpasst. Dieses System versetzt Unternehmen in die Lage, sich effektiv auf ihr Umfeld

einzustellen, schnell und strategisch auf die Marktdynamik zu reagieren und gleichzeitig sicherzustellen, dass ihre Entscheidungen mit langfristigen Zielen in Einklang stehen.

Durch die Nutzung der autonomen Fähigkeiten eines Multi-Agenten-KI-Systems können Unternehmen Strategien entwickeln, die sowohl dynamisch auf die sich entwickelnde Geschäftslandschaft reagieren als auch tief in einem umfassenden Verständnis externer Trends verwurzelt sind. Diese Kombination aus Umweltbewusstsein und strategischer Voraussicht bildet die Grundlage für ein effektives strategisches Management.

Phase 1: Sammeln externer Daten zur Trenderkennung

Der erste Schritt ist der **Data Collection Agent**, der eine Vielzahl externer Quellen wie Branchenberichte, Technologieblogs, Nachrichten von Wettbewerbern und soziale Medien durchsucht und überprüft. Im Technologiesektor könnte dieser Agent zum Beispiel das Aufkommen einer neuen Programmiersprache oder einen Durchbruch in der künstlichen Intelligenz erkennen. Die Daten werden gefiltert, um Relevanz zu gewährleisten, und konzentrieren sich auf Themen, die den strategischen Interessen des Unternehmens entsprechen.

Als Nächstes bereinigt der **Data Preprocessing Agent** diese Daten und bereitet sie für die Analyse vor, indem er Aufgaben wie Tokenisierung, Standardisierung und das Entfernen von Störungen durchführt. Dadurch wird sichergestellt, dass die Daten für eine genaue Trenderkennung vorbereitet sind.

Nach der Vorverarbeitung kommt der **Topic Identification Agent** zum Einsatz, um diese externen Trends im Detail zu analysieren. Dieser Agent nutzt maschinelle Lernmodelle, insbesondere solche, die auf Large Language Models (LLMs) basieren, um unstrukturierte Textdaten in logische Cluster oder Themen zu gruppieren. Der Agent kann beispielsweise Techniken der natürlichen Sprachverarbeitung (Natural Language Processing, NLP) nutzen, um wiederkehrende Themen zu identifizieren und sie in verschiedene Cluster wie "aufkommende KI-Technologien" oder "nachhaltige Energielösungen" zu kategorisieren.

Nach der Bildung von Clustern weist der Agent diesen Gruppen Bezeichnungen zu, was mit Hilfe ausgefeilter Techniken aus dem Bereich der Themenmodellierung (Topic Modeling, TM) geschehen kann, um eine genaue Themenbildung zu gewährleisten. Diese Bezeichnungen werden dann mit einer vordefinierten Datenbank oder Taxonomie bestehender Themen verglichen, wobei hierarchische Beziehungen innerhalb der Themen berücksichtigt werden, um den richtigen Grad an Spezifität zu bestimmen. So könnte das System beispielsweise erkennen, dass "maschinelles Lernen" eine weit gefasste Kategorie ist, während "Transformer-Modelle in NLP" ein spezifischeres Unterthema davon ist.

Der **Topic Validation and Novelty Agent** übernimmt dann den Vergleich der neu identifizierten Themen mit denen in der bestehenden Datenbank. In diesem Schritt wird die Neuheit und Relevanz der Themen bewertet, indem festgestellt wird, ob sie wirklich neue Entwicklungen darstellen oder ob es sich um Variationen bestehender Trends handelt. Der Agent verwendet eine hierarchische Themenanalyse, um sicherzustellen, dass die Trends auf der richtigen Granularität bewertet werden, damit sich das Unternehmen auf wirklich wichtige und neuartige Erkenntnisse konzentrieren kann.

Trend Identification Agent: Nachdem die Themen validiert wurden, analysiert dieser Agent die Muster in den Daten im Laufe der Zeit mithilfe statistischer Methoden und Techniken des maschinellen Lernens. Er kann Zeitreihenanalysen, gleitende Durchschnitte oder weitere Modelle verwenden, um Trends zu erkennen und vorherzusagen. Zeigen die Daten beispielsweise, dass eine neue KI-Technologie zunehmend erwähnt wird und die Stimmung positiv ist, kann dieser Agent die künftige Verbreitung vorhersagen und so wichtige Erkenntnisse für die strategische Planung liefern.

Phase 2: Bewertung der internen Fähigkeiten

In der zweiten Phase verlagert sich der Schwerpunkt auf das Verständnis der internen Fähigkeiten und Ressourcen des Unternehmens.

1. **Internal Data Collection Agent:** Er sammelt unternehmensinterne Daten, z. B. Inventare der Mitarbeiterfähigkeiten, F&E-Berichte und Projektstatus, um die aktuelle Situation des

Unternehmens im Vergleich zum neuen Trend zu bewerten.

Handelt es sich bei dem Trend beispielsweise um eine aufkommende Technologie, würde dieser Agent Daten über die vorhandenen technischen Kompetenzen des Unternehmens, die laufenden Schulungsprogramme und die aktuelle technologische Infrastruktur sammeln.

2. **Capability Assessment Agent:** Analysiert, ob das Unternehmen über die notwendigen Kompetenzen und Ressourcen verfügt, um die ermittelten externen Trends zu bewältigen. Dies könnte die Bewertung von technischem Fachwissen, Ressourcenverfügbarkeit und aktuellen Fähigkeiten beinhalten.
Unter der Annahme, dass die Nachfrage nach einem neuen Produkt in der Branche des Unternehmens zunimmt, analysiert dieser Agent, ob die derzeitigen Verfahren und verfügbaren Maschinen des Unternehmens für die Produktion solcher Produkte geeignet sind.

Phase 3: Strategische Entscheidungsfindung und Maßnahmen

Auf der Grundlage klarer Vorgaben des Agenten für die Bewertung von Fähigkeiten und des Agenten für die Identifizierung von Trends fasst der **Recommendation Agent** die Erkenntnisse in umsetzbare Strategien zusammen. Wenn zum Beispiel eine neue Technologie auftaucht, kann der Agent empfehlen, ob das Unternehmen in die Weiterbildung seiner Mitarbeiter investieren, eine Partnerschaft mit einem spezialisierten Unternehmen eingehen oder die Arbeit komplett auslagern sollte.

Dieser Agent könnte mit dem Input des **Capability Development Agent** umgeschmiedet werden, der sich ausschließlich mit dem Screening der verfügbaren Kurse, der Erfassung der Ausbildungskosten, der Kursdauer sowie der Kosten für das Outsourcing der Fähigkeiten befasst.

Dieser Entscheidungsprozess ist nicht auf die Technologiebranche beschränkt. In der verarbeitenden Industrie beispielsweise könnte das System, wenn ein neues Produkt auf dem Markt kommt, analysieren, ob es sinnvoll ist, in neue Produktionskapazitäten zu investieren oder die Produktion an ein anderes Unternehmen auszulagern, oder vielleicht nur an der Lieferkette teilzunehmen, indem das Produkt gekauft und verkauft wird.

Agile und strategische Antworten mit einem vielseitigen Multi-Agenten-KI-System entwickeln

Durch die Integration von externer Trenderkennung und interner Kompetenzbewertung können Unternehmen fundierte Entscheidungen darüber treffen, wie sie auf Marktveränderungen reagieren sollen. Ganz gleich, ob sie sich entscheiden, neue Fähigkeiten intern zu entwickeln, Partnerschaften mit anderen Unternehmen einzugehen oder die Produktion auszulagern - Unternehmen können flexibel und selbstbewusst reagieren und ihren Wettbewerbsvorteil in einem sich schnell entwickelnden Markt aufrechterhalten.

Die Trendanalyse hat viele potenzielle Anwendungen in verschiedenen Branchen und Geschäftszielen, von der Erkennung neuer Technologien im Technologiesektor bis zur Bewertung der Marktnachfrage nach neuen Produkten in der Fertigung. Der modulare Charakter des Multi-Agenten-KI-Ansatzes ermöglicht eine einfache Anpassung an die spezifischen Bedürfnisse eines jeden Unternehmens, unabhängig von dessen Tätigkeitsfeld oder Zielen. Diese Flexibilität gewährleistet, dass das System so angepasst werden kann, dass es sich auf die relevantesten Datenquellen konzentriert, die am besten geeigneten Analysetechniken anwendet und umsetzbare Erkenntnisse liefert, die direkt auf die strategischen Prioritäten des Unternehmens abgestimmt sind.

Durch den Einsatz dieses anpassungsfähigen Multi-Agenten-Systems können Unternehmen nicht nur ihren Entscheidungsprozess beschleunigen, sondern auch sicherstellen, dass ihre Strategien auf umfassenden, qualitativ hochwertigen Daten beruhen. Dieser Ansatz bietet einen robusten Rahmen, um den Marktveränderungen immer einen Schritt voraus zu sein, und ist damit ein unschätzbares Instrument für Unternehmen, die ihren Wettbewerbsvorteil in einer sich schnell entwickelnden Geschäftslandschaft erhalten und ausbauen wollen.

7 Anwendungsfall 2: Steuerung von Wachstumsstrategien mit der Ansoff-Matrix und Multi-Agenten-KI

Nach der Identifizierung aufkommender Trends und der Bewertung interner Fähigkeiten durch das Multi-Agenten-KI-System verfügen Unternehmen über wertvolle Erkenntnisse. Der nächste entscheidende Schritt besteht darin, eine zukunftsorientierte Wachstumsstrategie zu entwickeln, die mit den langfristigen Zielen des Unternehmens in Einklang steht.

Um dies zu erreichen, können Unternehmen ihre Phase der strategischen Entscheidungsfindung und des Handelns durch die Integration der Ansoff-Matrix in das Multi-Agent AI-System verbessern. Dieser Ansatz nutzt sowohl interne als auch externe Daten und führt das Unternehmen durch den kreativen Prozess des Entwurfs innovativer Wachstumsoptionen.

Strategische Entscheidungsfindung und Maßnahmen

Nachdem die Trendanalyse abgeschlossen ist, nutzt das Multi-Agent AI-System die Ansoff-Matrix, um potenzielle Wachstumsstrategien kreativ zu erkunden, unterstützt durch umfassende Datenerfassung und Machbarkeitsprüfungen:

1. **Creative Agent:** Der Creative Agent nutzt die gesammelten Daten und kombiniert interne und externe Erkenntnisse, während er innerhalb definierter kontextueller Grenzen arbeitet. Dieser Agent ist darauf ausgelegt, unkonventionelle Ideen zu erarbeiten:
 - **Auf branchenübergreifende Erkenntnisse zurückgreifen:** Der Agent analysiert erfolgreiche Strategien aus verschiedenen Branchen und passt sie kreativ an den Kontext des Unternehmens an. So kann beispielsweise eine Strategie, die in der Technologiebranche erfolgreich war, als Inspiration für einen neuen Ansatz in der Fertigung dienen.
 - **Aufkommende Trends einbeziehen:** Durch die Integration der neuesten Trends, die zu einem früheren Zeitpunkt im Prozess ermittelt wurden, stellt der Agent sicher, dass seine Vorschläge sowohl innovativ als auch für die aktuelle Marktdynamik relevant sind.
 - **Nutzung generativer KI für die Ideengenerierung:** Der Kreativ-Agent setzt generative KI ein, um durch die Synthese von Daten aus verschiedenen Quellen neuartige Wachstumsstrategien zu entwickeln. Er kann beispielsweise innovative Produktkonzepte entwickeln, indem er erfolgreiche Merkmale aus verschiedenen Branchen kombiniert, oder neue Markteintrittsstrategien auf der Grundlage aufkommender Verbrauchertrends entwickelt, indem er die Ideen zu neuen Kombinationen zusammenführt.
2. **Gatekeeper Agent:** Bevor die Vorschläge des Creative Agent weitergeleitet werden, werden sie vom Gatekeeper Agent einer Machbarkeitsprüfung unterzogen. Dieser Agent fungiert als kritischer Filter, der jede Idee anhand von realen Einschränkungen wie Finanzierbarkeit, Verfügbarkeit von Ressourcen und Marktbedingungen prüft. Indem er sicherstellt, dass nur realisierbare Ideen weiterverfolgt werden, hält der Gatekeeper das Gleichgewicht zwischen Kreativität und Praktikabilität aufrecht.
3. **Feedback-Schleife mit Menschen:** Das System umfasst eine kollaborative Feedback-Schleife, in der die Vorschläge des Creative Agent von menschlichen Entscheidungsträgern überprüft und verfeinert werden. Dies ermöglicht die Verbindung von KI-gesteuerter Innovation mit menschlichem strategischem Urteilsvermögen und stellt sicher, dass die endgültigen Strategien sowohl kreativ als auch auf die Vision des Unternehmens abgestimmt sind.

4. **Recommendation Agent:** Sobald die Ideen die Machbarkeitsprüfung bestanden haben und durch menschliche Zusammenarbeit verfeinert wurden, legt der Recommendation Agent die endgültige Wachstumsstrategie fest. Unabhängig davon, ob die Empfehlung die Marktdurchdringung, die Produktentwicklung, die Marktentwicklung oder die Diversifizierung betrifft, wird sie durch innovatives Denken, eine strenge Machbarkeitsanalyse und die strategische Ausrichtung auf die Unternehmensziele unterstützt.

Durch die Integration der Ansoff-Matrix in das Multi-Agenten-KI-System können Unternehmen ihre strategische Planung mit einem Gleichgewicht aus Kreativität und Praktikabilität verbessern. Der Data Gathering Agent sorgt für eine solide Grundlage relevanter Daten, der Creative Agent generiert innovative Strategien innerhalb definierter Grenzen, und der Gatekeeper stellt die Machbarkeit sicher. Diese Kombination, zusammen mit der menschlichen Zusammenarbeit, ermöglicht es Unternehmen, Wachstumsstrategien zu verfolgen, die sowohl visionär als auch realisierbar sind und ihnen helfen, einen Wettbewerbsvorteil in einer sich schnell entwickelnden Geschäftslandschaft zu behalten.

9 Schlussfolgerung

Die systematische und strategische Ausrichtung von Unternehmen ist eine zentrale Voraussetzung zur Steigerung der Resilienz. Eine Multi-Agenten-KI gestützte strategische Unternehmensführung bietet aus unserer Sicht wertvolle und neue Ansätze, um diese ressourcen- und zuweilen kostenintensive Expertise auch kleinen und mittelständischen Unternehmen zugänglicher zu machen und damit die Resilienz der Unternehmens zu steigern. Allerdings können auch hierbei Akzeptanzhürden auftreten, wie sie bereits aus KI-Anwendungen auf operativer Ebene bekannt sind. Die Ausgestaltung des Systems als Partner und nicht als Substitut für die Entscheidungsfindung sowie die Integration des Gatekeeper-Ansatzes in das Multi-Agent-KI-Gesamtkonstrukt sind unserer Meinung nach die wirkungsvollsten Maßnahmen, um diesem Risiko technisch zu begegnen. Für Entscheider betreffender Unternehmen wird es vor allem darum gehen, auf diesem kritischen Handlungsfeld die Verwendung der Technologie zu erfahren, zu etablieren und in Routinen zu überführen, um un stetigen und komplexen Rahmenbedingungen bestmöglich zu begegnen.

Abschließend sei erwähnt, dass die Etablierung des in diesem Artikel beschriebenen Ansatzes eine große Chance bietet für das Themenfeld des Wissenstransfers zwischen Forschung und Praxis. Neue Ergebnisse aus der Theorie können in weiteren Ausbaustufen integriert werden, durch das System kontextspezifisch an der passenden Stelle herangezogen werden und die Wertstiftung neuer Forschungsergebnisse in der Geschäftspraxis signifikant steigern.

10 Literatur

- Agrawal, A., Gans, J., Goldfarb, A. (2018). *Prediction Machines*. Harvard Business Review Press
- Ansoff, H. I. (1957). Strategies for diversification. *Harvard business review*, 35(5), 113-124.
- Bansal, G. (2024). *Wisdom of the experts, not the wisdom of the crowds: the power of case-based research in the age of AI*. *Journal of Information Technology Case and Application Research*, 26(1), 90-90.
- Barney, J. (1991). *Firm resources and sustained competitive advantage*. *Journal of management*, 17(1), 99-120.
- Denyer, D. (2017). *Organizational resilience*. UK: BSI and Cranfield University.
- Dey, P. K., Malesios, C., Chowdhury, S., Saha, K., Budhwar, P., & De, D. (2022). *Adoption of circular economy practices in small and medium-sized enterprises: Evidence from Europe*. *International Journal of Production Economics*, 248, 108496.
- Esmailzadeh, S., Ranjbar, M. S., & Jandaghi, G. (2024). *Toward a new conceptual framework of business strategies to deal with environmental uncertainties: insights from a systematic literature review and bibliography*. *Management Review Quarterly*, 1-30.
- Grundy, T. (2006). *Rethinking and reinventing Michael Porter's five forces model*. *Strategic change*, 15(5), 213-229.
- Guo, T., Chen, X., Wang, Y., Chang, R., Pei, S., Chawla, N.V., Wiest, O. and Zhang, X. (2024). *Large language model based multi-agents: A survey of progress and challenges*. *arXiv preprint arXiv:2402.01680*.
- Heimans, J., & Timms, H. (2024). *Leading in a World Where AI Wields Power of Its Own*. *Harvard Business Review*, 102(1-2), 71-79.
- Houben, G., Lenie, K., & Vanhoof, K. (1999). *A knowledge-based SWOT-analysis system as an instrument for strategic planning in small and medium-sized enterprises*. *Decision Support Systems*, 26(1), 125–135. [https://doi.org/10.1016/S0167-9236\(99\)00024-X](https://doi.org/10.1016/S0167-9236(99)00024-X)
- Hutzschenreuter, T., Borchers, S. A., & Harhoff, P. L. (2021). *Competitors matter: How competitors' actions moderate the influence of firm profitability on the prioritization between growth and efficiency increase*. *Managerial and Decision Economics*, 42(2), 326-342.
- Lin, Z., Niu, Z., Wang, Z., & Xu, Y. (2024). *Interpreting and Mitigating Hallucination in MLLMs through Multi-agent Debate*. *arXiv preprint arXiv:2407.20505*.
- Lynch, R., Barish, O., Chau, V. S., Thornton, C., & Warner, K. S. (2024). *Strategic management*. Sage.
- Magni, F., Park, J., & Chao, M. M. (2024). *Humans as creativity gatekeepers: Are we biased against AI creativity?*. *Journal of Business and Psychology*, 39(3), 643-656.
- Parthasarathy, V. B., Zafar, A., Khan, A., & Shahid, A. (2024). *The Ultimate Guide to Fine-Tuning LLMs from Basics to Breakthroughs: An Exhaustive Review of Technologies, Research, Best Practices, Applied Research Challenges and Opportunities*. *arXiv preprint arXiv:2408.13296*.
- Porter, M. E. (1989). *How competitive forces shape strategy* (pp. 133-143). Macmillan Education UK.
- Popescu, AM., Etzioni, O. (2007). *Extracting Product Features and Opinions from Reviews*. In: Kao, A., Poteet, S.R. (eds) *Natural Language Processing and Text Mining*. Springer, London.
- Reeves, M., & Whitaker, K. (Eds.). (2021). *Winning the '20s: A Leadership Agenda for the Next Decade*. Walter de Gruyter GmbH & Co KG

Sandberg, A. B., Klementsén, E., Müller, G., De Andres, A., & Maillet, J. (2016). *Critical factors influencing viability of wave energy converters in off-grid luxury resorts and small utilities*. *Sustainability*, 8(12), 1274.

Singh, R., & Ramdeo, S. (2023). *Contemporary Perspectives in Human Resource Management and Organizational Behavior: Research Overviews and Gaps to Advance Interrelated Fields*. Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-30225-1>

Song, J., Sun, Y., & Jin, L. (2017). *PESTEL analysis of the development of the waste-to-energy incineration industry in China*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 80, 276-289.

Sun, X., Li, J., Zhong, Y., Zhao, D., & Yan, R. (2024). *Towards Detecting LLMs Hallucination via Markov Chain-based Multi-agent Debate*

Wang, C., Walker, E., & Redmond, J. (2007). *Explaining the lack of strategic planning in SMEs: The importance of owner motivation*.

Zutshi, A., Mendy, J., Sharma, G. D., Thomas, A., & Sarker, T. (2021). *From challenges to creativity: enhancing SMEs' resilience in the context of COVID-19*. *Sustainability*, 13(12), 6542.