

Moderne Portfoliokonstruktion und -optimierung: - Renditesteigerung, Risikoreduktion und Effizienzgewinn mit KI -

“While our analyst team still spends the vast majority of its workday analysing fundamentals, getting overall portfolio positioning right is equally essential to generating returns”

Dan Loeb (US billionaire investor and hedge fund manager)

Abstract: Dieser Fachartikel ist ein praktischer Leitfaden darüber, wie Künstliche Intelligenz (KI) und Maschinelles Lernen (ML) professionelle aktive Investoren bei der Portfoliokonstruktion und -optimierung unterstützen können. Es werden Methoden zur reibungslosen Integration von KI und ML in einen bestehenden Investmentprozess vorgestellt. Der Artikel bietet eine vergleichende Analyse traditioneller Techniken und moderner ML-basierter Ansätze zur Portfoliokonstruktion und -optimierung. Es wird gezeigt, wie sich ML-Methoden im Gegensatz zu traditionellen Instrumenten dynamisch an Marktveränderungen anpassen und analog zu einem Navigationssystem mit GPS in einem sich ständig verändernden Umfeld funktionieren. Diese Anpassungsfähigkeit ermöglicht es ML-basierten Portfolios, traditionelle Methoden durch verbesserte Prognosefähigkeit, automatisches Rebalancing und besseres Risikomanagement zu übertreffen, was zu effizienteren, skalierbaren und maßgeschneiderten Portfoliolösungen führt. Der Artikel argumentiert, dass die Integration von ML in die Portfoliokonstruktion nicht nur ein Upgrade, sondern eine bedeutende Innovation im aktiven Asset Management darstellt. ML bietet eine Präzision und Effizienz, die traditionelle Methoden übertreffen. Portfoliorenditen können dadurch erhöht, Risiken reduziert und die Effizienz verbessert werden, was zu einem signifikanten Wettbewerbsvorteil führt.

Vorwort

Veränderung ist die einzige Konstante im Universum, und kaum wird dies deutlicher als bei der Vermögensanlage. Wie Benjamin Franklin einst sagte: "Eine Investition in Wissen bringt die besten Zinsen". Diese Worte sind im modernen Zeitalter der Künstlichen Intelligenz (KI) und dem Unterbereich des Maschinellen Lernens (ML) besonders relevant. In dieser Ära wird Wissen nicht nur erworben, sondern durch KI intelligent geschaffen, transformiert und innovativ genutzt, was das Asset Management revolutioniert. Traditionelle Portfoliomanagementtechniken, die in den zurückliegenden Jahrzehnten gut funktioniert haben, werden in den kommenden Jahren aufgrund der zunehmenden Nutzung von KI und ML durch die meisten aktiven Investoren und Portfoliomanager an Effektivität verlieren. Diese neuen Technologien bieten die Aussicht auf höhere Portfoliorenditen bzw. ein höheres Alpha, ein geringeres Portfoliorisiko sowie Effizienzgewinne durch niedrigere Kosten und einen geringeren Zeitaufwand für das Management, was den Wettbewerbsvorteil deutlich erhöht.

Dieser Fachartikel ist ein Muss für professionelle aktive Investoren und Portfoliomanager, die das Potenzial von ML bei der Portfoliokonstruktion und -optimierung verstehen und wissen wollen, wie sie es nahtlos in ihren bestehenden Investmentprozess integrieren können. Auch wenn der Schwerpunkt auf Aktieninvestoren liegt, gelten die folgenden Ausführungen nahezu gleichermaßen auch für andere Anlageklassen.

Die Erzielung einer langfristigen Outperformance bei kontrolliertem Risiko hängt nicht nur von der Auswahl der Aktien ab, sondern auch von deren Gewichtung im Portfolio. Der berühmte Investor Michael Burry hat diesen Aspekt aufschlussreich erläutert: "Ein Portfoliomanager muss verstehen, dass die Absicherung gegen Verluste nicht damit endet, das perfekte Wertpapier zum perfekten Preis zu finden. Wenn dies der Fall wäre, dann würde das perfekte Portfolio wahrscheinlich aus einem einzigen Wertpapier bestehen. Vielmehr bin ich dafür verantwortlich, das Portfolio so zu strukturieren, dass ich im Falle eines unvorhergesehenen Ereignisses nicht das gesamte Geld des Kunden oder auch nur einen erheblichen Teil davon verliere"¹.

KI-Technologien machen die Portfoliokonstruktion und -optimierung zu einem schlanken und effizienten Prozess. Dieser Artikel vergleicht traditionelle Methoden mit modernen ML-Techniken und geht auf kritische Fragen ein, mit denen jeder Portfoliomanager konfrontiert ist. Dazu gehören die Bestimmung der optimalen Anzahl von Aktien und ihrer idealen Gewichtung sowie die Vorteile einer Diversifikation. Außerdem werden Möglichkeiten zur Minimierung des Portfoliorisikos betrachtet.

Werfen wir im Folgenden einen kurzen Blick zurück, wie sich die Portfoliokonstruktion im Laufe der Zeit entwickelt hat. Die Geschichte beginnt in den 1950er Jahren mit der "Modern Portfolio Theory" von Harry Markowitz, die den Schwerpunkt auf Diversifizierung und Risiko-Rendite-Überlegungen legt. In den 1960er Jahren wurde das Capital Asset Pricing Model eingeführt, um die

In einer sich ständig wandelnden Welt, insbesondere im Asset Management, gibt es derzeit starke Veränderungen - insbesondere durch KI und ML. Diese Technologien erhöhen die Portfoliorendite, verbessern die Effizienz und reduzieren die Risiken. Dadurch entsteht ein deutlicher Wettbewerbsvorteil bei aktiv gesteuerten Investments.

In diesem Artikel betonen wir die große Bedeutung der Portfoliostrukturierung über die reine Aktienauswahl hinaus, um unerwartete Verluste abzufedern.

Wir vergleichen traditionelle Methoden der Portfoliokonstruktion und -optimierung mit modernen ML-Techniken.

Wir zeigen praktische Möglichkeiten auf, wie ML-Lösungen in einen bestehenden Investmentprozess implementiert werden können.

Anhand einer Fallstudie demonstrieren wir, wie ein niederländischer aktiver Asset Manager ML erfolgreich zur Portfoliokonstruktion und -optimierung eingesetzt hat.

Risikobewertung zu verbessern. Die Hypothese des effizienten Marktes in den 1970er Jahren ebnete den Weg für passive Investments und Indexfonds. Im 21. Jahrhundert haben technologische Fortschritte in der quantitativen Analyse zu globaler Diversifizierung und komplexen Strategien geführt. In jüngster Zeit haben ESG-Faktoren und nachhaltiges Investieren den Ansatz der Portfoliokonstruktion neu definiert. Dieser kurze Rückblick veranschaulicht die Suche nach einem Kompromiss zwischen Risiko und Rendite in einer komplexen Finanzwelt.

Der Artikel beginnt mit einem kurzen Überblick über den Investmentprozess und ordnet die Portfoliokonstruktion und -optimierung in den breiteren Investment Circle ein. Anschließend werden die Ziele der Portfoliokonstruktion und -optimierung untersucht und traditionelle mit ML-basierte Methoden verglichen. Wir erläutern die verschiedenen Methoden zur Implementierung und Anwendung von ML-Lösungen im bestehenden Investmentprozess und die damit verbundenen Herausforderungen. Abschließend wird anhand einer Fallstudie ein niederländischer Asset Manager vorgestellt, der eine ML-Lösung für die Portfoliokonstruktion implementiert hat und damit sehr gute Ergebnisse erzielte.

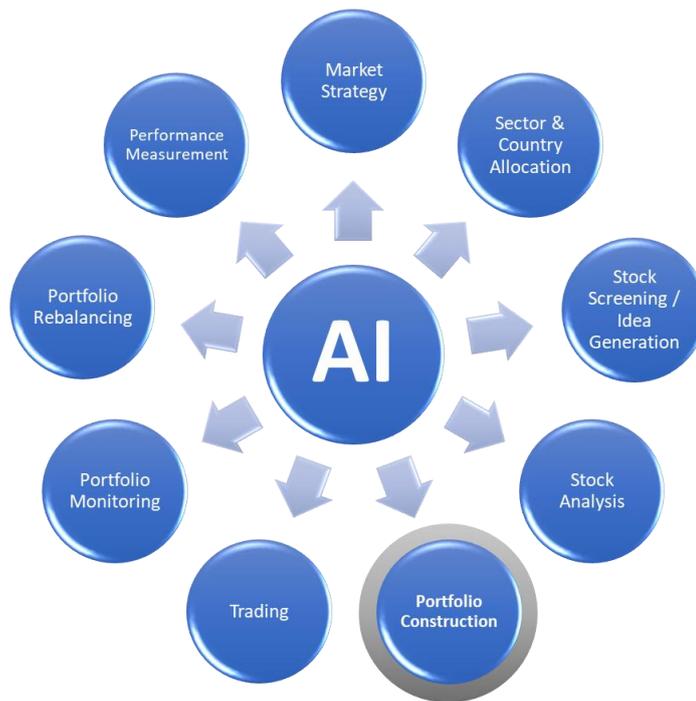
Der Autor dieses Artikels verfügt über mehr als 15 Jahre Erfahrung als Fondsmanager und hat sich als Experte für die Anwendung von KI in der Investmentbranche etabliert. Er verbindet ein tiefgreifendes Verständnis des traditionellen Portfoliomanagements mit den neuesten technologischen Entwicklungen, und kann dadurch Investoren durch die sich ständig verändernde Welt der Vermögensverwaltung begleiten.

Wesentliche Schritte im Anlageprozess von Aktien-Investoren

In diesem Beitrag wird die Rolle der Portfoliokonstruktion und -optimierung im Investmentprozess eines Aktieninvestors anhand des Investment Circle untersucht. In den kommenden Wochen werden wir uns mit den weiteren Schritten des Prozesses beschäftigen.

In jeder Phase des Investmentprozesses hat der Investor die Möglichkeit, Technologien wie ML als unterstützendes Instrument oder als Werkzeug zur Verbesserung der Ergebnisse einzusetzen.

In diesem Beitrag werden die Auswirkungen von ML auf die Portfoliokonstruktion und -optimierung untersucht. Er unterstreicht die Rolle von ML bei der Verbesserung der Ergebnisse des gesamten Investmentprozesses.



Grafik 1: Anlageprozess dargestellt durch den Investment Circle

Traditionelle Investmentansätze beginnen in der Regel mit der Entwicklung einer allgemeinen Marktstrategie. Die Entwicklung einer Marktstrategie und einer Marktprognose durch einen Anlageausschuss erfordert ein tiefes Verständnis der aktuellen Marktdynamik. Diese Strategie dient als Grundlage und wird im Laufe der Zeit angepasst und weiterentwickelt. Diese Sitzungen finden häufig monatlich oder vierteljährlich auf der Ebene des oberen Managements statt.

Bei näherer Betrachtung des Investmentprozesses wird das komplexe Zusammenspiel von Sektor- und Länderallokation deutlich, das eng mit der ursprünglichen Marktstrategie verbunden ist. Es ist wie beim Dirigieren einer Symphonie, bei der jedes Instrument einen Sektor oder ein Land repräsentiert und der Dirigent die übergeordnete Strategie ist.

Der erste Höhepunkt dieser Finanzsymphonie findet bei der Aktienauswahl statt. Diese Phase verbindet den dritten und vierten Schritt des Investmentprozesses: das Aktienscreening und die Aktienanalyse. Weitere Informationen über moderne Ansätze im Aktienscreening finden Sie in unserem früheren Artikel, in dem wir herkömmliche und ML-basierte Aktienscreening-Methoden vergleichen und auch eine detaillierte Fallstudie aus der Praxis vorstellen².

Der Schwerpunkt dieses Beitrags liegt jedoch auf dem ebenso wichtigen zweiten Höhepunkt - der Portfoliokonstruktion.

Um die Auswirkungen von ML auf die Portfoliokonstruktion und -optimierung vollständig zu verstehen, müssen wir zunächst die grundlegenden Prinzipien und Ziele aufschlüsseln, die die Basis dieses komplexen Prozesses bilden.

Ansätze zur Portfoliokonstruktion und -optimierung

Portfoliokonstruktion und -optimierung mögen wie zwei Seiten derselben Medaille erscheinen, aber sie spielen beim Investieren unterschiedliche Rollen.

Die Portfoliokonstruktion ist die Kunst, das Portfolio von Grund auf zu erstellen. Dazu gehört die Auswahl der Aktien und die Festlegung einer geeigneten Allokation für jede Aktie. Der Prozess beinhaltet die Anpassung der Anlagen an die Ziele des Portfolios, die Risikotoleranz, den Anlagehorizont und die Restriktionen bzw. Nebenbedingungen. Es ist vergleichbar mit der Zubereitung eines Rezepts, bei dem die richtigen Zutaten und deren Mengenverhältnisse ausgewählt werden, um ein Gericht zu kreieren, das dem Geschmack des jeweiligen Gastes entspricht. Ein Beispiel dafür ist der Investmentansatz des berühmten Investors Peter Lynch, der für seine Philosophie "Investiere in das, was du kennst" bekannt ist. Bei der Zusammenstellung seines Portfolios wählte er je nach seinen Anlagezielen und seiner Risikobereitschaft eine Mischung aus Unternehmen aus verschiedenen Branchen die er gut kannte, z.B. eine Kombination aus Pharmaaktien, Industrie- und Technologieunternehmen.

Bei der Portfolio-Optimierung hingegen geht es um die Feinabstimmung einer bereits gut gebauten Maschine. Es geht darum, die Gewichtung der Aktien in einem bestehenden Portfolio anzupassen, um ein ideales Gleichgewicht zwischen Risiko und Ertrag zu erreichen. Stellen Sie sich vor, Sie passen die Gewürze in einem Gericht an, um das perfekte Geschmacksprofil zu erreichen. Das Ziel ist es, die potenzielle Rendite für das Risiko, das der Investor bereit ist zu akzeptieren, zu maximieren.

Es ist wichtig, diese Konzepte zu verstehen. Im Wesentlichen ist die Portfoliokonstruktion der erste Schritt beim Aufbau eines guten Portfolios. Dazu gehört die Auswahl einer geeigneten Mischung von Aktien und deren anfängliche Allokation oder Gewichtung. Die Portfolio-Optimierung hingegen ist ein kontinuierlicher Prozess, der Teil der fortlaufenden Neugewichtung des Portfolios ist.

In diesem Abschnitt werden wir uns auf die Portfoliokonstruktion konzentrieren. Es gibt viele Möglichkeiten ein Portfolio zu erstellen, aber wir werden uns nur auf einige wenige konzentrieren.

Die Diskussion über die ideale Anzahl von Aktien existiert seit Beginn der Märkte. Dabei geht es immer wieder um die Frage, ob ein Portfolio diversifiziert oder konzentriert sein sollte. Diversifizierung bedeutet, nicht alles auf eine Karte zu setzen. Es bedeutet, das Risiko auf verschiedene Unternehmen, Sektoren und eventuell Regionen zu verteilen. Ein diversifiziertes Portfolio kann beispielsweise Technologieunternehmen, Unternehmen aus dem Gesundheitssektor und Immobiliengesellschaften umfassen und so die Auswirkungen einer schlechten Performance in einem Sektor verringern. Diversifizierung ist ein Balanceakt, bei dem das Kapital auf eine breite Palette von Aktien verteilt wird, um die Auswirkungen des Verlusts einer einzelnen Aktie abzumildern. Sie kann jedoch auch das Potenzial für außerordentliche Gewinne einschränken, was sie zu einem zweiseitigen Schwert macht.

Portfoliokonstruktion und -optimierung sind beides wichtige, aber unterschiedliche Teile des Investmentprozesses. Bei der Portfoliokonstruktion geht es um die Gewichtung der ausgewählten Aktien, um eine ausgewogene Zusammensetzung zu erreichen, die den Anlagezielen, der Risikotoleranz und den Restriktionen entspricht.

Im Gegensatz dazu geht es bei der Portfoliooptimierung darum, die Gewichtung der Aktien in einem bestehenden Portfolio so anzupassen, dass Rendite und Risiko innerhalb eines vorgegebenen Rahmens ausgewogen sind.

Es gibt eine anhaltende Debatte über die Vor- und Nachteile diversifizierter und konzentrierter Portfolios. Diversifizierung verringert das Portfoliorisiko, aber auch das Renditepotenzial. Small Cap Manager haben jedoch oft keine Wahl, wenn es darum geht, das Portfolio liquide zu halten.

Warren Buffett zum Beispiel ist kein Fan von Diversifizierung, er zieht konzentrierte Portfolios vor: "Wissen Sie, wir denken, dass Diversifizierung - so wie sie im Allgemeinen praktiziert wird - für jeden, der weiß, was er tut, sehr wenig Sinn macht...sie ist ein Schutz gegen Unwissenheit"³. Interessanterweise umfasst das Portfolio von Buffett derzeit 45 Aktien. Der Großteil des Kapitals, etwa 80 %, konzentriert sich jedoch auf nur fünf Unternehmen, von denen Apple Inc⁴ das bei weitem größte ist. Neben dem Potenzial für höhere Renditen ermöglicht ein konzentriertes Portfolio dem Investor, sich stärker auf einige wenige Unternehmen zu konzentrieren, was es einfacher macht, über jede Investition informiert zu bleiben und bei Bedarf schnelle Entscheidungen zu treffen. Die Entscheidung über die Diversifizierung des Portfolios bleibt jedoch dem Portfoliomanager und seinen Präferenzen überlassen.

Fairerweise muss angemerkt werden, dass einige Portfolios, insbesondere Small-Cap-Portfolios, aufgrund der geringen Liquidität der einzelnen Aktien wenig Auswahl haben. Um größere Volumina investieren zu können, müssen mehr Titel gehalten werden, um die Gesamtliquidität des Portfolios aufrechtzuerhalten. Ein konzentriertes Portfolio ist daher kaum möglich.

Benchmarks sind entscheidend für die Orientierung von Portfoliomanagern und dienen als Nordstern in der Investmentwelt. Gängige Benchmarks sind Indizes wie der Euro Stoxx 50 oder der S&P 500, an denen der Erfolg gemessen wird. Auch wenn manche Manager behaupten, sie seien unabhängig von Benchmarks oder Indizes, wird ihre Leistung und damit auch ihr Gehalt unweigerlich daran gemessen. Jeder Portfoliomanager vergleicht sich daher - zumindest intern - mit einer Benchmark.



Lassen Sie uns ein Beispiel betrachten: Wie stellt man ein erfolgreiches Portfolio zusammen, wenn man die Wahl zwischen 50 gut analysierten Aktien hat? Die Antwort liegt in einer Mischung aus Kunst und Wissenschaft.

Welche Strategien gibt es? Die häufigsten möchten wir hier erwähnen:

1. **Gleiche Gewichtung:** Die einfachste Methode, bei der das Portfolio gleichmäßig auf alle Aktien verteilt wird (im Beispiel jeweils 2%)
2. **Gewichtung nach Marktkapitalisierung:** Das Portfolio erhält einen Prozentsatz für jede Aktie auf der Grundlage ihrer Marktkapitalisierung, wobei größere Unternehmen ein höheres Gewicht erhalten. Diese Methode wird üblicherweise bei Indexfonds verwendet.

Zur Bestimmung der Gewichtung von Aktien in einem Portfolio gibt es viele verschiedene Strategien.

3. **Diskretionäre Gewichtung:** Jede Aktie wird nach der Überzeugung des Portfoliomanagers gewichtet. Zu den oft verwendeten Faktoren gehören:
 - a. Kurspotential nach oben und Risiko nach unten (wie das Kelly-Kriterium)
 - b. Diversifizierung (geografisch, Sektoren)
 - c. Maximale Risikotoleranz
 - d. Ziel-Marktkapitalisierung (Mischung aus Small Caps und Large Caps)
 - e. Value vs. Growth Gewichtung
4. **Risikoadjustierte Gewichtung:** Die Gewichte basieren auf dem Risikoprofil der einzelnen Aktien, ähnlich wie bei Mean-Variance-Modellen. Aktien mit geringerem Risiko (fundamentales Risiko oder Preisvolatilität) können eine höhere Allokation erhalten. Die Bewertung des Risikos jeder Aktie macht den Prozess jedoch noch komplexer.

Es gibt weitere Möglichkeiten, das Gewicht einer Aktie im Portfolio zu bestimmen. Wir werden hier nicht näher darauf eingehen, aber die Techniken reichen von der Kursgewichtung, bei der die Aktiengewichtung auf dem absoluten Kursniveau basiert, über differenzierte Ansätze wie die Gewichtung von Value und Growth bis hin zu individuellen Themen oder der Liquiditätsgewichtung die wichtig ist, um flexibel handeln zu können.

Der Schlüssel zur Portfoliokonstruktion liegt darin, die Aktienausswahl mit den Zielen und der Risikobereitschaft des Anlegers in Einklang zu bringen. Restriktionen wie die Vermeidung bestimmter Sektoren, Regionen oder einzelner Aktien sind ebenfalls von Bedeutung, insbesondere für Anleger, die ESG- und Nachhaltigkeitsfaktoren priorisieren. Darüber hinaus ist es notwendig, Grenzen für die Gewichtung einzelner Aktien im Portfolio festzulegen, um die Ausgewogenheit zu wahren (z.B. Mindestgewicht einer einzelnen Aktie 1,0%, Maximalgewicht 5,0%).

Portfoliomanager haben die wichtige Aufgabe, Kosten und mögliche Erträge in Einklang zu bringen. Dazu gehören die Kosten für den Aufbau und die regelmäßige Optimierung und Anpassung des Portfolios, insbesondere die Transaktionskosten.

Ein Portfolio kann mit einem Schiff verglichen werden, das sich in den turbulenten Gewässern des Marktes bewegt. Dabei gibt es zwei Arten von Risiken: das allgemeine Marktrisiko und das Risiko, das mit einzelnen Anlagen verbunden ist. Das Risikomanagement ist ein wichtiger Aspekt des Portfoliomanagements. Die bereits erwähnte Diversifizierung ist eine Strategie, die dazu beitragen kann, das Risiko zu mindern und das Portfolio zu stabilisieren.

So kann beispielsweise das idiosynkratische oder unsystematische Risiko, d.h. das individuelle Risiko einzelner Wertpapiere, durch eine intelligente Portfoliokonstruktion gesteuert und minimiert werden. Das Marktrisiko oder systematische Risiko, das von verschiedenen ökonomischen Kräften beeinflusst wird, kann hingegen nicht kontrolliert werden. Die neuere Finanzliteratur geht davon aus, dass ein Portfolio 30 bis 50 Aktien enthalten muss, um das idiosynkratische Risiko zu neutralisieren (im Vergleich zu 8 bis 10 Aktien in den 1960er Jahren)⁵.

Das Portfoliorisiko kann in idiosynkratische und systematische Risiken unterteilt werden. Das idiosynkratische Risiko, auch Einzelrisiko genannt, kann neutralisiert werden, das systematische Risiko oder Marktrisiko hingegen nicht.

Portfoliomanager verwenden häufig Szenarioanalysen, um Risiken zu identifizieren. Dabei werden mit Hilfe von Monte-Carlo-Simulationen verschiedene Marktbedingungen simuliert, um die Performance des Portfolios in unterschiedlichen Situationen zu bewerten. Dadurch wird sichergestellt, dass Entscheidungen in Kenntnis der potenziellen Risiken und ihrer Auswirkungen auf das Portfolio getroffen werden. Während klassische Monte-Carlo-Simulationen einen einfachen, regelbasierten Ansatz für die Szenarioanalyse bieten, werden für diesen Zweck zunehmend ML-Modelle eingesetzt. ML kann verwendet werden, um historische Daten zu analysieren und zukünftiges Marktverhalten und Risikoszenarien vorherzusagen. Es ist besonders nützlich, um nichtlineare Muster und Wechselwirkungen zwischen einer großen Anzahl von Variablen zu erkennen. ML kann große und komplexe Datensätze effizient verarbeiten und sich an neue Daten anpassen. Dies macht sie besonders leistungsfähig in Umgebungen wie dem Asset Management, wo die zugrunde liegenden Datenmuster komplex sind und sich ständig ändern.

Letztendlich gibt es zwei Hauptansätze für die Konstruktion und Optimierung von Portfolios: die absolute und die relative Optimierung. Die absolute Optimierung konzentriert sich ausschließlich auf die Maximierung der Rendite bei einem bestimmten Risikoniveau und ist unabhängig von einer Benchmark. Bei der relativen Optimierung hingegen wird das Portfolio mit einer ausgewählten Benchmark verglichen, mit dem primären Ziel, diese zu übertreffen. In diesem Fall wird das Information Ratio verwendet, um die zusätzliche Rendite oder Outperformance zu messen, die das Portfolio für das eingegangene Risiko im Vergleich zur Benchmark erzielt. Die relative Optimierung ist für das aktive Portfoliomanagement von entscheidender Bedeutung. Das Ziel besteht nicht nur darin, gute Renditen zu erzielen, sondern dies auch im Vergleich zu einer vorgegebenen Benchmark zu tun. Dieser Ansatz fördert eine differenzierte Betrachtung von Risiko und Rendite, indem berücksichtigt wird, wie sich das Portfolio im Vergleich zum Gesamtmarkt oder zu einer bestimmten Benchmark entwickelt⁶.

Es gibt zwei wesentliche Ansätze: Die absolute Optimierung, die eine maximale Rendite bei gegebenem Risiko anstrebt, und die relative Optimierung, die die Performance eines Portfolios im Vergleich zu einer Benchmark bewertet, wobei das Information Ratio zur Messung der Überrendite herangezogen wird.

Im folgenden Kapitel vergleichen wir traditionelle Techniken der Portfoliokonstruktion und -optimierung mit ML-basierten Techniken.

Vergleichende Analyse: ML-basierte vs. traditionelle Techniken

Investieren war schon immer eine Kombination aus Kunst und Wissenschaft, und die Portfoliokonstruktion ist da keine Ausnahme. Einige Investoren verlassen sich auf ihren Instinkt und ihre Erfahrung, ohne mathematische Optimierung, und bestimmen die Gewichtung ihres Portfolios hauptsächlich auf der Grundlage ihrer Intuition. Andere verwenden mathematische Tools wie Bloomberg, Aladdin von BlackRock oder Morningstar Direct. Einige Investoren nutzen bereits die Vorteile der ML bei der Portfoliokonstruktion. Lassen Sie uns gemeinsam einen Blick darauf werfen.

ML-basierte Techniken zeichnen sich in einer komplexen Welt aus. Man denke beispielsweise an den Übergang von einem Growth- zu einem Value-Markt. Herkömmliche Ansätze wie die Modern Portfolio Theory von Markowitz oder die Mean-Variance-Optimierung funktionieren wie ein verllässlicher Kompass, der die allgemeine Richtung vorgibt, aber Hindernisse oder Abkürzungen ignoriert. Im Gegensatz dazu funktioniert ML wie ein hochmodernes Navigationssystem mit GPS, das sich schnell anpasst und eine neue Kombination von Aktien vorschlägt, um sicherzustellen, dass das Portfolio auf Kurs bleibt.

Der Charme von ML im Investmentprozess liegt nicht nur in seiner technologischen Fähigkeit, sondern auch in seinem Paradigmenwechsel. Es ist vergleichbar mit dem Umstieg von einem einfachen Farbfernseher auf einen 4K Ultra HD-Fernseher - mit einem entscheidenden Unterschied. Der ML-basierte Portfolioaufbau ist nicht nur anpassungsfähig, sondern auch proaktiv. Es ist, als hätte man einen Portfoliomanager, der niemals schläft, der ständig den Markt analysiert und das Portfolio an die Vorgaben und Ziele anpasst, je nachdem, wie sich der Markt entwickelt.

Ein eindrucksvolles Beispiel für die Leistungsfähigkeit von ML ist die gute **Prognosefähigkeit**. Traditionelle Methoden sind vergleichbar mit einem Blick in den Rückspiegel, während ML wie ein Blick durch die Windschutzscheibe nach vorne ist. In einem volatilen Markt beispielsweise bleibt ein traditionelles Portfolio oft unverändert, während ein ML-Modell in defensivere Anlagen umschichten und Unwägbarkeiten vorhersagen kann, bevor sie auftreten. ML-Modelle sind von Grund auf dynamisch. Sie werden mit historischen Daten trainiert, um Muster zu erkennen, aber vor allem sind sie in der Lage, ständig aus neuen Daten zu lernen und ihre Prognosen und Strategien auf der Grundlage der neuesten Informationen anzupassen. Dies ermöglicht eine Reaktion auf Marktveränderungen in Echtzeit.

Automatisiertes Rebalancing ist ein weiterer Vorteil von ML bei der Portfoliokonstruktion. Traditionelles Portfoliomanagement folgt in der Regel einem festen Zeitplan. Was aber, wenn sich die Märkte unerwartet ändern? ML kann mit einem autonomen Fahrzeug verglichen werden, das in Echtzeit navigiert und sich anpasst, um sicherzustellen, dass immer die effizienteste Route gewählt wird. Die Fähigkeit, Daten in Echtzeit zu analysieren und Portfolios anzupassen, führt zu mehr Effizienz und Aktualität.

ML geht bei der Portfoliokonstruktion einen Schritt weiter und fungiert als moderner Wegweiser, der eine dynamische Echtzeit-Navigation durch Veränderungen am Markt ermöglicht.

ML unterscheidet sich deutlich von den traditionellen Methoden wie z.B. der Mean-Variance-Optimierung.

Die Prognosefähigkeit ist wesentlich besser als bei traditionellen Methoden.

ML ermöglicht automatisches Rebalancing für eine vorausschauende und adaptive Strategie.

ML verbessert das Risikomanagement durch die Analyse eines breiteren Spektrums von Faktoren und erhöht die Effizienz bei der Verarbeitung großer Datenmengen.

Prognosen und Entscheidungen des Anlageausschusses werden direkter im Portfolio umgesetzt.

Letztendlich stellt ML eine bedeutende Innovation in der Portfoliokonstruktion dar und bietet maßgeschneiderte und effiziente Lösungen, die traditionelle Methoden übertreffen.

Risikomanagement bei der Portfoliokonstruktion ist mehr als die Kontrolle von Zahlen, es erfordert eine ganzheitliche Betrachtung der Situation. Traditionelle Methoden konzentrieren sich auf Volatilität und Korrelation, aber das ist, als würde man ein Buch nach seinem Einband beurteilen. ML hingegen liest zwischen den Zeilen, bezieht ein breiteres Spektrum an Risikofaktoren mit ein und prognostiziert potenzielle Fallstricke mit größerer Genauigkeit.

Ein wesentlicher Vorteil des Einsatzes von ML bei der Portfoliokonstruktion ist die Möglichkeit, die **Marktprognosen und die Strategie des Anlageausschusses** in jedem einzelnen Portfolio auch **umzusetzen**. Dies wird erreicht, indem die vom Anlageausschuss festgelegte Gesamtstrategie in spezifische Modellportfolios umgesetzt wird, die als Vorlage dem Portfoliomanager dienen. Häufig spiegeln die endgültigen Portfolios die Vorgaben des Ausschusses nur teilweise wider, da die Portfoliomanager über ein hohes Maß an Unabhängigkeit verfügen.

Darüber hinaus verfolgt der Ausschuss bei der Asset Allocation regelmäßig einen starren Ansatz, der auf den prognostizierten Renditen der Anlageklassen basiert. Allerdings berücksichtigt der Ausschuss das Risikomanagement häufig nicht ausreichend. Wenn der Ausschuss beispielsweise optimistisch für den Technologiesektor ist, kann ein ML-Ansatz sicherstellen, dass das Portfolio immer noch diversifiziert ist und die Risikoparameter der allgemeinen Risikobereitschaft des Ausschusses entsprechen, indem andere Sektoren wie Versorger in das Portfolio aufgenommen werden.

Darüber hinaus verbessert ML die **Effizienz und Skalierbarkeit** der Portfoliokonstruktion. ML ist vergleichbar mit einem Supercomputer, der in der Lage ist, riesige Mengen an Finanzdaten in kürzester Zeit zu verarbeiten und damit die Möglichkeiten traditioneller Methoden zu übertreffen. So können beispielsweise zusätzliche Analysten, die bei der traditionellen Vorgehensweise notwendig sind, oft eingespart werden. Dies führt auch zu deutlich **geringeren Kosten** im Portfoliomanagement.

Schließlich bietet ML **maßgeschneiderte Lösungen**, die auf spezifische Anlageziele, Risikoprofile und Restriktionen zugeschnitten sind. Dies ist vergleichbar mit einem Meisterkoch, der ein Gourmetmenü zubereitet, das auf den individuellen Geschmack des Gastes zugeschnitten ist, und nicht mit einem Buffet, das für alle passt.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Integration von ML in die Portfoliokonstruktion nicht nur eine Verbesserung, sondern eine bedeutende Innovation in der gesamten Asset-Management-Branche darstellt, die höhere Renditen, schnelle Anpassungsfähigkeit und Effizienz bietet, mit denen traditionelle Methoden nicht mithalten können. Doch wie lässt sich dies in der Praxis tatsächlich umsetzen?

Implementierung von KI und ML im Investmentprozess

Eine häufig gestellte Frage ist, wie KI und ML ohne großen Aufwand in bestehende Portfolioprozesse integriert werden können. Dieser Abschnitt bezieht sich auf KI im gesamten Investmentprozess und nicht nur speziell auf die Portfoliokonstruktion.

Es gibt drei wesentliche Methoden, um KI in die täglichen Prozesse von Investoren und Portfoliomanagern zu integrieren:

1) Eigenentwicklung von KI-Tools: Hierbei entwickeln Asset Manager, vor allem größere Häuser, ihre eigenen KI-Systeme. Dies erfordert IT-Spezialisten und KI-Experten, die eng mit den Investmentteams zusammenarbeiten. Ein Beispiel wäre die Entwicklung eines proprietären Algorithmus, der speziell auf die Anlagestrategie der hauseigenen Fonds zugeschnitten ist. Dieser Ansatz ermöglicht ein hohes Maß an Individualisierung und Anpassung an die eigenen Bedürfnisse. Dies kann insbesondere dann sinnvoll sein, wenn spezifische Anlagestrategien unterstützt werden sollen, die nicht durch externe Software abgedeckt werden. Allerdings ist dies häufig mit hohen Kosten, großem Zeitaufwand und permanenter Pflege durch die IT verbunden. Trotz der Anpassung an die internen Bedürfnisse fällt die eingesetzte Technologie schnell hinter die führenden Standards der Branche zurück, da es schwierig ist, mit den neuesten KI-Entwicklungen und Trends Schritt zu halten.

2) Einsatz von KI-Software von Drittanbietern: Für Asset Manager ohne eigene IT- und KI-Experten ist die Nutzung bestehender KI-Software von Drittanbietern eine praktikable Lösung. Diese Software ist oft kostengünstig, einfach zu implementieren und auf dem neuesten Stand der Technik. Für jeden einzelnen Schritt des Investmentprozesses gibt es entsprechende Software-Lösungen. Ein Beispiel könnte die Anwendung einer Cloud-basierten, benutzerfreundlichen Plattform sein, die ML-Algorithmen verwendet, um Portfolios zu optimieren. Diese Lösungen bieten weniger individuelle Anpassungsmöglichkeiten als Eigenentwicklungen, ermöglichen aber auch kleineren Vermögensverwaltern den Zugang zu fortschrittlichen KI-Tools, ohne in umfangreiche Eigenentwicklungen investieren zu müssen. Ein weiterer Vorteil ist, dass die Softwarelösungen durch das Feedback vieler professioneller Anwender kontinuierlich optimiert werden. Zu beachten ist, dass die Software auch für europäische Investoren funktionieren muss, da viele Anbieter aus Nordamerika kommen und sich ausschließlich auf die amerikanischen Märkte spezialisiert haben.

3) Hybride Strategie: Manche Asset Manager wählen eine Mischung aus Eigenentwicklungen und externer KI-Software. Diese hybride Strategie ermöglicht es, die Vorteile beider Ansätze zu nutzen. Beispielsweise könnte ein Asset Manager ein selbst entwickeltes Tool für spezifische, maßgeschneiderte Analysen einsetzen, während er für andere Aufgaben wie Portfolioüberwachung oder Portfoliokonstruktion auf externe Lösungen von Drittanbietern zurückgreift. Dieser Ansatz ermöglicht eine maßgeschneiderte Anpassung an spezifische Bedürfnisse und Strategien und profitiert gleichzeitig von den neuesten technologischen Entwicklungen, die von spezialisierten KI-Unternehmen angeboten werden.

Die Integration von KI und ML in den Investmentprozesse kann auf drei Arten angegangen werden:

1) Entwicklung eigener KI-Tools, die anpassbar, aber komplex sind.

2) Einsatz von KI-Software von Drittanbietern, die kostengünstig und auf dem neuesten Stand der Technik ist.

3) eine hybride Strategie, die beide Ansätze kombiniert und maßgeschneiderte Lösungen auf dem neuesten Stand der Technik bietet.

Es ist von entscheidender Bedeutung, die effektivsten Anwendungsbereiche zu identifizieren und eine reibungslose Einführung zu gewährleisten. Es ist wesentlich, KI als Ergänzung zur menschlichen Expertise zu sehen und die Akzeptanz durch klare Kommunikation, Schulungen und kontinuierliche Unterstützung zu erhöhen. Dies ermöglicht einen effizienten und langfristigen Einsatz von KI im Portfoliomanagement.

Bei der Einführung von KI in den Investmentprozess sind einige Kernelemente zu beachten, um eine maximale Effizienz und Akzeptanz zu gewährleisten.

Zunächst ist es notwendig, genau zu bestimmen, in welchen Bereichen des Investmentprozesses KI am vorteilhaftesten eingesetzt werden kann. Der Grundgedanke hierbei ist, KI dort einzusetzen, wo sie die größte Hebelwirkung hat und menschliche Fähigkeiten sinnvoll ergänzt.

Nach der Identifizierung der Bereiche, in denen KI den größten Nutzen bringt, folgt die Entscheidung über die am besten geeignete Methode zur Implementierung (Eigenentwicklung, externe Anwendung oder Hybrid). Die gewählte Methode sollte sowohl den spezifischen Anforderungen als auch der vorhandenen Infrastruktur entsprechen.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Balance zwischen KI und menschlicher Expertise. KI sollte als Werkzeug betrachtet werden, das menschliche Fähigkeiten erweitert, aber nicht ersetzt. Erfahrung, Intuition und kritisches Denken von Investmentexperten sind nach wie vor unverzichtbar, da der Mensch der KI in bestimmten Situationen überlegen ist, insbesondere wenn nur wenige Daten zur Verfügung stehen, z. B. bei IPOs.

Eine häufig übersehene Hürde ist die tatsächliche Integration und Akzeptanz der KI-Lösung durch die Portfoliomanager. Manche Asset Manager sind stolz darauf, über eine gute KI-Unterstützung zu verfügen, aber wird diese auch tatsächlich von den Portfoliomanagern verwendet? Effektive KI-Tools können eingeführt werden, aber ohne Akzeptanz und Anpassung an bestehende Prozesse können sie ihre volle Wirkung verfehlen. KI sollte daher nahtlos in bestehende Arbeitsabläufe integriert werden, als Bereicherung und nicht als Belastung.

Wie kann eine nachhaltige Integration von KI erreicht werden? Eine klare Kommunikation der Vorteile von KI und umfassende Schulungen sind unerlässlich, um den Portfoliomanagern Sicherheit und Vertrauen im Umgang mit der neuen KI-Anwendung zu vermitteln. Darüber hinaus kann die Begleitung durch Vorbilder oder Mentoren sehr hilfreich sein. Kontinuierliche Unterstützung und die Förderung einer langfristigen Integration von KI in die tägliche Arbeit sind entscheidend für den nachhaltigen Erfolg.

Zusammengefasst bedeutet dies:

1. Identifikation der optimalen Einsatzbereiche von KI im Investmentprozess
2. Auswahl der geeigneten Implementierungsmethode
3. Wahrung der Balance zwischen KI und menschlicher Expertise
4. Integration und Akzeptanz der KI-Lösung
5. Nachhaltige Implementierung von KI

Fallstudie

Herausforderung

Diese Fallstudie befasst sich mit einem niederländischen Asset Manager (AM), der rund 60 Milliarden Euro verwaltet. Das Unternehmen ist auf die Entwicklung maßgeschneiderter Anlagestrategien für institutionelle Kunden spezialisiert. Die Dienstleistungen reichen von der Verwaltung von Aktien- und Rentenportfolios bis hin zu alternativen Anlagen und Private Equity.

In der Vergangenheit stützte sich der AM auf traditionelle Methoden der Portfoliokonstruktion, wie z.B. die Mean-Variance-Optimierung. Dieser Ansatz hat jedoch seine Grenzen gezeigt: Er ist ein langsamer Prozess mit vielen Annahmen und lässt sich nur schwer an jede einzelne Anlagestrategie anpassen. Dieser uniforme Ansatz führte zu einer langsamen Portfoliokonstruktion und einer nicht optimalen Portfolioperformance, insbesondere wenn spezifische Kundenanforderungen und Restriktionen berücksichtigt werden mussten.

Für den AM waren zwei Punkte wichtig: erstens, dass der verantwortliche Portfoliomanager die volle Kontrolle über die endgültige Anlageentscheidung behält, und zweitens, dass der bestehende Investmentprozess nicht wesentlich geändert werden muss und eine KI-Lösung schnell und einfach integriert werden kann.

Der AM hat erkannt, dass KI ein entscheidender Faktor in der Asset-Management-Branche und somit auch für seine eigenen Strategien darstellt. Eine interne Entwicklung dieser Fähigkeit wäre jedoch mit erheblichen Herausforderungen verbunden. Dazu gehören die hohen Kosten, der Bedarf an spezialisierten IT-Experten und der zu erwartende langsame Prozess, der bei internen Entwicklungen häufig zu beobachten ist.

Lösung

Der AM hat sich mit einem bekannten britischen Anbieter von KI-Software zusammengetan, um seine Fähigkeiten im Bereich der Portfoliokonstruktion zu verbessern, anstatt sie selbst zu entwickeln.

Durch diese Zusammenarbeit erhielt der AM moderne, ML-basierte Instrumente. Durch die nahtlose Integration dieser KI-Lösung konnte der AM seinen Ansatz zur Portfoliokonstruktion verbessern. Die KI-Software bietet Portfoliomanagern eine benutzerfreundliche Plattform, mit der sie Portfolios schnell erstellen und mit ihnen interagieren können.

Die Flexibilität der Software ermöglicht die Nutzung von algorithmischen KI-Prognosen für Märkte und einzelne Wertpapiere sowie die Integration von AM-eigenen Prognosen. Die Plattform optimiert Portfolios schnell, indem sie KI-generierte Vorschläge mit den spezifischen Vorgaben des Vermögensverwalters kombiniert. Die Kombination von KI-Technologie und spezifischen Eingaben verbessert die Personalisierung der Portfoliokonstruktion.

Ergebnis

Die Implementierung eines KI-gesteuerten Systems bedeutete eine Veränderung des Ansatzes. Dank der Fähigkeit des Systems, Portfolios schnell und präzise auszubalancieren, konnte der AM den Zeitaufwand für die Portfoliokonstruktion und -optimierung erheblich reduzieren. Dieser Effizienzgewinn ermöglichte es den Portfoliomanagern, mehr Ressourcen für andere strategisch wichtige Aktivitäten einzusetzen.

Darüber hinaus machte die Flexibilität des Systems bei der Anpassung an die Strategien und Restriktionen des AM die Portfoliokonstruktion zu einem hochgradig flexiblen Prozess. Diese Anpassungsfähigkeit wurde durch ein Szenarioanalyse-Tool ergänzt, das dem AM einen breiten und objektiven Marktüberblick verschaffte und die Grenzen traditioneller, arbeitsintensiver Techniken überschritt.

Diese Verbesserung der Portfoliokonstruktion führte zu einem effizienteren Entscheidungsprozess, der erhebliche Kosteneinsparungen und eine insgesamt effektivere Anlagestrategie zur Folge hatte.

Der verantwortliche Portfoliomanager behielt die volle Kontrolle und die endgültige Anlageentscheidung, die KI-Lösung wurde schnell und einfach integriert und der bestehende Investmentprozess musste nicht wesentlich geändert werden.

Schlusswort

Maschinelles Lernen oder Künstliche Intelligenz verändert die Portfoliokonstruktion und -optimierung und stellt einen bedeutenden Umbruch in der Investmententscheidung dar. Dieser Artikel hebt nicht nur die Vorteile von ML-basierten Methoden hervor, sondern ermutigt zudem Investment Professionals, diesen technologischen Fortschritt im aktiven Asset Management zu nutzen, um präzisere Entscheidungen zu treffen und bessere Portfolioergebnisse zu erzielen und sich so einen Wettbewerbsvorteil zu verschaffen.

Es ist dabei wichtig zu berücksichtigen, dass KI das strategische Verständnis und die Erfahrung eines Investors nicht ersetzen kann. Stattdessen sollte sie als leistungsfähiges Werkzeug für die Portfoliokonstruktion betrachtet werden. Die Zusammenarbeit zwischen menschlichen Portfoliomanagern und KI-Systemen ist der Schlüssel zum Erfolg. Menschen sind gut darin, mit begrenzten Daten zu arbeiten, z. B. bei IPOs, während KI ihre Stärken bei großen Datensätzen hat.

Es gibt drei Ansätze, wie KI in einen bestehenden Investmentprozess integriert werden kann. Bei allen drei Ansätzen ist es entscheidend, eine klare Strategie zu verfolgen, um zu bestimmen, wie KI die Anlageentscheidungen effektiv unterstützen kann. Die drei genannten Optionen sind die Eigenentwicklung von KI-Tools, die Nutzung von KI-Software von Drittanbietern und eine Hybridstrategie.

Wie bereits in unserem letzten Beitrag erwähnt, glauben wir, dass Quantencomputing in Kombination mit KI der nächste technologische Meilenstein sein wird. Das Quantencomputing bietet eine außergewöhnliche Rechenleistung, die es ermöglicht, riesige Datensätze mit unglaublicher Geschwindigkeit zu analysieren. Auf dem Weltwirtschaftsforum im Januar 2024 erklärten Jack Hidary, CEO von Sandbox, und Colin Bell, CEO von HSBC, dass durch Quanten inspirierte Algorithmen die Diversifizierung und die Asset Allocation weiter revolutionieren werden⁷.

Wenn Sie Unterstützung bei der Identifizierung potenzieller Anwendungsfelder, der Entwicklung einer geeigneten KI-Strategie oder der Auswahl der richtigen KI-Software für Ihren Investmentprozess benötigen, steht unser erfahrenes Team mit unabhängiger Beratung zur Seite.

KI und ML revolutionieren das Portfoliomanagement und einige aktive Investmentexperten setzen sie bereits eifrig ein, um die Entscheidungsfindung und die Portfolioperformance zu verbessern und sich so einen Wettbewerbsvorteil zu verschaffen.

KI ist jedoch kein Ersatz für die Erfahrung und das strategische Verständnis eines menschlichen Investors, sondern ein ergänzendes Werkzeug.

Mit Blick auf die Zukunft ist das Potenzial des Quantencomputings in der KI bemerkenswert. Es verspricht eine noch schnellere Analyse großer Datensätze für eine verbesserte Portfolioperformance und ein besseres Risikomanagement.

Autor



[Michael Schopf, CFA](#)

Co-Gründer und geschäftsführender Gesellschafter von SMC
Frankfurt, Deutschland

Über SMC

SMC ist ein innovatives Beratungsunternehmen, das sich auf Künstliche Intelligenz, digitale Transformation und Change-Management-Prozesse spezialisiert hat. SMC wurde von einem Trio branchenführender Experten gegründet und konzentriert sich auf Kunden aus dem aktiven Asset Management und der Industrie im Allgemeinen.

www.schopf-meta-consult.de

Quellen und Kommentare

- 1) Michael Burry [Online] / Verf. Burry Michael. - 2018. - <https://www.michael-burry.com/michael-burry-quotes/>
- 2) "Das neue Zeitalter des Aktienscreenings: Die Überbrückung der Kluft zwischen traditionellen und maschinellen Lerntechniken", Michael Schopf, 2024
https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4659376
- 3) Nachmittagssitzung - 1996 Meeting Transkript und Video / Verf. CNBC Warren Buffett. - 1996.
- 4) Warren Buffett Portfolio [Online] / Autor. Buffett. Online. - 30. September 2023. - Januar 2024. - <https://www.buffett.online/en/portfolio/>
- 5) "Wie viele Aktien sind für die Diversifizierung eines Aktienportfolios ausreichend? Ein Überblick über die Literatur" Zeimovic Omanovic, 2021. - <https://www.mdpi.com/1911-8074/14/11/551>
- 6) "Relative Optimierung unter Berücksichtigung von Alpha-Strategien im Asset Management", Michael Schopf, 2008, <https://www.eurobuch.de/buch/isbn/9783836623124.html>
- 7) Weltwirtschaftsforum spielt beide Seiten der KI-Debatte [Online] / Verf. Pymnts. - Januar 2024. - <https://www.pymnts.com/news/artificial-intelligence/2024/world-economic-forum-plays-both-sides-of-the-ai-debate/>

Haftungsausschluss

Die in diesem Artikel enthaltenen Informationen dienen lediglich der allgemeinen Information und Aufklärung. Der Autor und der Herausgeber dieses Artikels sind keine Finanzberater und geben keine spezifischen Anlageempfehlungen oder Ratschläge. Die Leser werden darauf hingewiesen, dass der Inhalt dieses Artikels keine Finanz-, Anlage- oder professionelle Beratung darstellt. Die Verwendung der in diesem Artikel enthaltenen Informationen erfolgt ausschließlich auf eigenes Risiko des Lesers. Der Autor und der Herausgeber haften nicht für Fehler oder Auslassungen oder für Handlungen, die auf der Grundlage der in diesem Artikel enthaltenen Informationen vorgenommen werden. Dieser Artikel kann sich auf Strategien oder Anlagen beziehen, die mit Risiken verbunden sind. Die Wertentwicklung in der Vergangenheit ist kein Indikator für zukünftige Ergebnisse. Die in diesem Artikel erwähnten Anlagen oder Strategien sind möglicherweise nicht für alle Personen oder Organisationen geeignet. Dem Leser wird empfohlen, vor einer Anlageentscheidung einen qualifizierten Fachmann zu konsultieren. Die in diesem Artikel geäußerten Ansichten sind die des Autors und spiegeln nicht notwendigerweise die Ansichten oder Strategien von Organisationen oder Institutionen wider, mit denen der Autor verbunden ist.

Copyright-Hinweis

© Februar 2024. Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil dieser Veröffentlichung darf ohne vorherige schriftliche Genehmigung des Autors in irgendeiner Form oder mit irgendwelchen Mitteln, einschließlich Fotokopie, Aufzeichnung oder anderer elektronischer oder mechanischer Verfahren, reproduziert, verteilt oder übertragen werden. Für Genehmigungen wenden Sie sich bitte an den Autor unter der unten angegebenen Adresse.

Michael Schopf, michael@schopf-meta-consult.de