
Titel

Entwicklung eines automatisierten Aktien-
Handelsbots zur Umsetzung von Handelsstrategien

Bachelorarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades

Bachelor of Science im Studiengang Wirtschaftsinformatik
an der Fakultät für Informatik und Ingenieurwissenschaften
der Technischen Hochschule Köln

| | |
|----------------|--------------------------------|
| Vorgelegt von: | Ismail Ouabi |
| Matrikel-Nr: | 11151448 |
| Email: | ismail.ouabi@smail.th-koeln.de |

| | |
|-----------------|---------------------------|
| Erster Prüfer: | Prof. Dr. Stefan Eckstein |
| Zweiter Prüfer: | Albert Hamidullin |

Gummersbach, im Januar 2025

Inhalt

| | |
|---|------------|
| Abbildungsverzeichnis | III |
| 1. Einleitung | 1 |
| 1.1 Problemstellung..... | 1 |
| 1.2 Zielsetzung der Arbeit..... | 2 |
| 1.3 Methodische Rahmenbedingungen und Einschränkungen..... | 4 |
| 1.4 Motivation und Relevanz der Untersuchung | 4 |
| 2. Vorgehensweise..... | 5 |
| 2.1 Anforderungsanalyse..... | 5 |
| 2.2 Datenbeschaffung und -verarbeitung..... | 6 |
| 2.3 Entwicklung und Implementierung der Handelsbot..... | 7 |
| 2.4 Analyse und Validierung des Handelsbots | 8 |
| 2.5 Optimierung der Handelsstrategien und Anpassung der Parameter 9 | |
| 2.6 Dokumentation und Ausblick | 10 |
| 3. Theoretischer Hintergrund..... | 11 |
| 3.1 Grundlagen des algorithmischen Handels..... | 11 |
| 3.2 Einsatzbereiche des Algorithmischen Handels | 12 |
| 3.3 Anlageprodukte im Algorithmischen Handel | 14 |
| 3.4 Schichtenmodell für Algorithmisches Trading | 17 |
| 3.5 Broker-Vergleich und Kostenanalyse..... | 19 |
| 3.6 Technologische Werkzeuge und Komponente für die Bot- Entwicklung bei IBKR..... | 20 |
| 3.7 Risiken und ethische Überlegungen im algorithmischen Handel . | 22 |
| 4. Datenbeschaffung und -verarbeitung | 25 |
| 4.1 Auswahl und Filterung der Tickersymbole | 25 |
| 4.2 Definition der abgerufenen Daten..... | 26 |
| 4.3 Auswahl der Testdaten und Zeitraum | 27 |
| 5. Handelsbot und seine Umsetzung | 28 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 5.1 | Definition der Indikatoren und Implementierung der Handelsstrategien..... | 28 |
| 5.1.1. | Definition der Indikatoren | 28 |
| 5.1.2. | Implementierung der Strategien..... | 29 |
| 5.2 | Risikomanagement und Parametereinstellungen..... | 30 |
| 5.3 | Benutzeroberfläche (GUI) | 30 |
| 5.4 | Verbindung und Nutzung der Alpaca-API für Echtzeitdaten und Orderausführung. | 31 |
| 5.5 | Herausforderungen bei der Umsetzung | 32 |
| 6. | Analyse der Ergebnisse..... | 33 |
| 6.1 | Gewinn-Verlust-Verhältnis | 34 |
| 6.2 | Kapitalentwicklung nach Risikoprofilen | 35 |
| 6.3 | Performanceanalyse basierend auf den besten Risikoprofilen jeder Strategie37 | |
| 6.4 | Vergleich mit Marktindizes..... | 38 |
| 6.5 | Erfolgsquote und Gesamtrendite..... | 39 |
| 7. | Diskussion und Ausblick..... | 39 |
| 7.1 | Ergebnisse der Handelsstrategien..... | 39 |
| 7.2 | Leistung des Handelsbots: | 39 |
| 7.3 | Einsatzmöglichkeiten: | 40 |
| 7.4 | Potenzial für Optimierungen: | 41 |
| 7.5 | Ausblick | 41 |
| 1. | LITERATURVERZEICHNIS..... | 42 |
| 2. | ANHANG..... | 44 |
| | Eidesstattliche Erklärung..... | IV |

Abbildungsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Abbildung 1: Pyramidenmodell: Komponenten eines Algorithmischen Handelssystems | 18 |
| Abbildung 2: Übersicht ausgewählter Tickersymbole mit Beschreibungen | 25 |
| Abbildung 3: Darstellung einer bärischen und bullischen Kerze mit ihren Komponenten..... | 26 |
| Abbildung 4: Historische Kursdaten eines ausgewählten Tickers in 1Day Interval | 27 |
| Abbildung 5: Bullisches Crossover: Signal für einen Aufwärtstrend durch den gleitenden Durchschnitt..... | 28 |
| Abbildung 6: Anwendung von Bollinger-Bändern zur Identifikation von Überverkauft- und Überkauft-Bereichen | 29 |
| Abbildung 7: Benutzeroberfläche des Trading Bot Controllers zur Steuerung der Handelsaktivitäten | 31 |
| Abbildung 8: Protokoll der Kauforder und der Erstellung von Stop-Loss- und Take-Profit-Levels für den Ticker AXS..... | 32 |
| Abbildung 9: Übersicht der ausgeführten Orders für den Ticker AXS in der Alpaca-Plattform | 32 |
| Abbildung 10: Kapitalentwicklungsdateien für Strategien und Risiko-Rendite-Profile | 33 |
| Abbildung 11: Übersicht der Handelsaktivitäten mit Kapitalentwicklung und Ergebniskategorisierung | 34 |
| Abbildung 12: Gewinn-, Verlust- und Haltezeit-Verteilung aller 3 Strategien..... | 34 |
| Abbildung 13: Kapitalentwicklung der All-Time-High-Strategie nach Risikoprofilen | 35 |
| Abbildung 14: Kapitalentwicklung der Böllinger-Bänder-Strategie nach Risikoprofilen..... | 36 |
| Abbildung 15: Kapitalentwicklung der Ema9-21-Strategie nach Risikoprofilen..... | 36 |
| Abbildung 16: Kapitalentwicklung der Handelsstrategien basierend auf optimalen Risiko-Rendite-Profilen | 37 |
| Abbildung 17: Kapitalentwicklung der EMA9_21-Strategie im Vergleich zu S&P 500 und Nasdaq | 38 |
| Abbildung 18: Vergleich der Erfolgsquote und Gesamtrendite der Handelsstrategien und Marktindizes | 39 |

1. Einleitung

1.1 Problemstellung

Heute in der Finanzwelt sehen sich die Trader und Finanzinstitutionen mit dem gleichen Problem konfrontiert, wie sie ihre Handelsstrategien effizient und profitabel umsetzen können. Der erhebliche Zeitaufwand, den eine manuelle Handelsstrategie erfordert, bringt dabei zahlreiche Nachteile mit sich. Trader müssen kontinuierlich auf die Bestätigung von Handelssignalen warten und unverzüglich reagieren, insbesondere in sehr kurzfristigen Ansätzen wie dem Scalping. Hier wird häufig auf die schnelle Bestätigung einer Einstiegsmöglichkeit gewartet. Verpasst ein Trader diesen Moment, entsteht oft die sogenannte Fear of Missing Out (FOMO), was zusätzlichen Stress und emotionale Zustände wie Gier oder Angst verstärken kann. Diese Emotionen führen oft zu impulsiven und unüberlegten Entscheidungen, die die langfristige Performance negativ beeinflussen. Ein weiterer Aspekt ist der Wunsch vieler Trader, neue Strategien zu testen. Manuelles Testen solcher Strategien parallel zum Live-Handel ist jedoch zeitaufwendig und mühsam.

Die zunehmende Automatisierung des Handels durch algorithmische Systeme reduziert den zeitlichen Aufwand und begrenzt systematische Verzerrungen im Entscheidungsprozess. Institutionelle Investoren und professionelle Händler an den Aktien-, Futures- und Devisenmärkten investieren signifikante Ressourcen in die Entwicklung leistungsfähiger Handelssysteme. Diese ermöglichen eine konsequente Umsetzung komplexer Strategien, was ein wesentlicher Vorteil gegenüber dem manuellen Handel darstellt. Besonders wertvoll erweist sich die Option der vorgelagerten Performanceanalyse durch Simulationen unter verschiedenen Marktbedingungen. Diese Tests führen zur Identifikation potenzieller Schwachstellen. Die anschließende Parameteroptimierung verbessert die Robustheit der Handelsstrategien erheblich.

Der algorithmische Handel durch computerbasierte Systeme entwickelte sich zum zentralen Element moderner Finanzmärkte. Die Echtzeitverarbeitung großer Datenmengen ermöglicht präzisere Handelsentscheidungen. Diese analytische Stärke bietet substantielle Vorteile gegenüber klassischen Handelsansätzen. Das High-Frequency Trading (HFT) repräsentiert ein besonders fortschrittliches Segment des algorithmischen Handels. Die eingesetzten Algorithmen führen innerhalb von Millisekunden zahlreiche Transaktionen aus. Diese schnelle Orderausführung ermöglicht die effiziente Nutzung minimaler Preisdifferenzen. Institutionelle Investoren und Hedgefonds nutzen HFT-Strategien für die Generierung systematischer Erträge auf liquiden Märkten.

Professionelle Handelsbots basieren auf systematischen Strategien. Diese reduzieren emotionale Einflüsse auf den Entscheidungsprozess. Die automatisierten Systeme steigern die Performance durch konsequente Strategieumsetzung. Besonders in volatilen Marktphasen zeigen sich die Vorteile gegenüber manuellen Handelsmethoden. Die quantitativen Ansätze führen zu einer verbesserten Entscheidungsqualität. Diese bleibt auch unter schwierigen Marktbedingungen stabil.

1.2 Zielsetzung der Arbeit

Der Forschungsansatz konzentriert sich auf die Entwicklung dreier Intraday-Handelsstrategien:

1. Breakout-Strategie
2. Momentum-Strategie mit Moving Averages
3. Bollinger-Bänder-Strategie

Das Hauptziel ist die Implementierung und vergleichende Analyse dieser Strategien, um die am besten geeignete Strategie für einen algorithmischen Handelsbot zu identifizieren.

Der Prozess umfasst:

- Entwicklung der Handelsalgorithmen
- Analyse der Strategien unter verschiedenen Marktbedingungen
- Vorbereitung für den praktischen Einsatz im Live-Handel

1. Entwicklung und Implementierung der Handelsstrategien:

Die erste Phase der Arbeit umfasst die Implementierung der drei spezifischen Strategien. Hierzu werden die wesentlichen Aspekte jeder Strategie beschrieben, und ihre jeweilige Implementierung in einen algorithmischen Handelsbot erfolgt unter Berücksichtigung Handelsregeln. Die Performance und Robustheit jedes Handelsbots werden durch umfangreiche Backtests sorgfältig überprüft und bewertet, um ihre Leistungsfähigkeit unter verschiedenen Marktszenarien zu validieren.

- **Breakout-Strategie:** basiert auf der Annahme, dass sich beim Durchbruch von Unterstützungs- oder Widerstandsniveaus neue Marktbewegungen entwickeln. Dieser Bot wird so programmiert, dass er auf das Überschreiten dieser Levels reagiert und daraufhin Positionen eröffnet.
- **Momentum-Strategie mit Moving Averages** nutzt gleitende Durchschnitte, um Markttrends frühzeitig zu identifizieren. Der Bot wird so konzipiert, dass er

Trendsignale erkennt und bei Veränderungen des Markt-Momentums automatisch Positionen eröffnet.

- **Bollinger-Bänder-** Strategie basiert auf der Annahme, dass Kursbewegungen zu ihrem Durchschnitt zurückkehren. Sie ermöglicht die Generierung von Überkauft- und Überverkauft-Signalen, die der Bot automatisch in Handelsentscheidungen umsetzt.

2. Vergleich der Erfolgsquoten der Strategien

In der zweiten Phase wird eine umfassende Bewertung der Leistung jeder Handelsstrategie durchgeführt. Für jede Strategie entsteht ein Handelsalgorithmus, der unter verschiedenen Marktbedingungen getestet wird, um die Erfolgsquoten zu ermitteln. Besonders relevant ist die Evaluation der Häufigkeit erfolgreicher Gewinn- und Verlustbegrenzungstransaktionen. Dadurch lässt sich erkennen, welche Strategie häufiger Gewinne realisiert und wie oft Verluste begrenzt werden. Diese Untersuchung liefert wichtige Erkenntnisse zur Stabilität und Wirksamkeit der Strategien und unterstützt eine fundierte Entscheidung für den Einsatz im realen Handel.

3. Vergleich des Risiko-Rendite-Verhältnisses

Die Untersuchung entwickelt drei differenzierte Risiko-Rendite-Profile für Handelsstrategien. Ziel ist die systematische Analyse ihrer Performanceparameter unter variierenden Risikokonfigurationen.

- Die erste Konfiguration definiert ein Risiko-Rendite-Verhältnis von 2:1. Der Stop-Loss wird bei 1 % festgelegt, während der Take-Profit-Punkt 2 % beträgt.
- Die zweite Variante konzipiert ein Risiko-Rendite-Verhältnis von 1,87. Der Stop-Loss positioniert sich bei 0,80 %, der Take-Profit-Punkt bei 1,5 %.
- Die dritte Konfiguration testet ein Risiko-Rendite-Verhältnis von 2. Der Stop-Loss wird auf 0,88 % gesetzt, das Take-Profit-Ziel auf 1,75 %.

Dieser systematische Vergleich ermöglicht die Evaluierung, welche Kombination aus Risikomanagement und Gewinnpotenzial für jede Strategie im Intraday-Handel den größten Erfolg verspricht

4. Optimierung und Anpassung der besten Strategie für das Live-Trading

Ziel der Arbeit ist die Weiterentwicklung der erfolgversprechendsten Handelsstrategie. Der Optimierungsprozess konzentriert sich auf die Verbesserung der Strategie für den praktischen Einsatz im realen Marktumfeld.

Die Optimierung erfolgt in mehreren systematischen Schritten:

- Umfassende Leistungsbewertung der aktuellen Strategie
- Identifikation von Verbesserungspotentialen
- Präzise Anpassung der Strategieparameter

Der wissenschaftliche Ansatz verfolgt zwei Kernziele:

1. Maximierung des Risiko-Rendite-Verhältnisses
2. Steigerung der Strategiestabilität

Durch gezielte und schrittweise Modifikationen soll eine Handelsstrategie entwickelt werden, die sowohl statistisch robust als auch im Live-Handel praktikabel ist.

Der Entwicklungsprozess zielt darauf ab, eine adaptive Strategie zu generieren, die flexible Reaktionsfähigkeit mit systematischer Präzision verbindet.

1.3 Methodische Rahmenbedingungen und Einschränkungen

Die Untersuchung der Handelssysteme konzentriert sich auf die Analyse historischer Marktdaten anstelle von Live-Daten im Paper Trading. Diese methodische Entscheidung resultiert aus mehreren forschungspraktischen Erwägungen: Der dreimonatige Untersuchungszeitraum ermöglicht keine valide Effizienzbewertung der Handelsstrategien über unterschiedliche Marktphasen hinweg. Die Nutzung von Echtzeit-Marktdaten erfordert zudem erhebliche finanzielle Aufwendungen. Eine weitere Einschränkung stellt die begrenzte Datenverfügbarkeit dar. Der Datenanbieter Alpaca beispielsweise limitiert den Zugriff auf US-Aktien. Diese regionale Beschränkung reduziert die Anwendungsbreite der Handelsstrategien und die Identifikation optimaler Einstiegszeitpunkte. Die retrospektive Analyse historischer Marktdaten bietet demgegenüber eine breitere umfassendere analytische Basis für die Strategieevaluation.

Trotz dieser Einschränkungen wird im Rahmen dieser Arbeit auch ein Code implementiert, der über den Alpaca Broker Kauf- und Verkaufsaufträge gemäß der Strategien ausführt. Damit wird eine reale Anbindung demonstriert und die grundlegende Funktion des Bots im Echtzeitbetrieb sichergestellt. Die eigentliche Analyse der Strategien erfolgt jedoch über Backtesting, was dem Ansatz vieler Trader entspricht, die Strategien zunächst in einer simulierten Umgebung testen, bevor sie im Live-Handel eingesetzt werden.

1.4 Motivation und Relevanz der Untersuchung

Die wachsende Popularität des Tradings in den vergangenen Jahren spiegelt die starke Entwicklung des Finanzmarkts hin zu technologiegestützten Handelslösungen wider. Gleichzeitig besteht eine steigende Nachfrage nach Fachkräften mit fundiertem Wissen im

Wertpapierhandel und ausgeprägten Programmierkenntnissen. Der praktische Nutzen algorithmischer Handelsstrategien gewinnt vor diesem Hintergrund zunehmend an Bedeutung.

Diese Arbeit befasst sich mit dem Entwicklungsprozess eines Handelsbots sowie dem Vergleich verschiedener Handelsstrategien auf systematischer Ebene. Untersucht werden eine Momentum-Strategie mit Moving Averages, die auf künstlicher Intelligenz basiert, eine etablierte Breakout-Strategie und der Bollinger Bänder-Strategie. Der Fokus liegt auf der Bewertung des praktischen Nutzens und der Erfolgswahrscheinlichkeit KI-gestützter Handelsstrategien im direkten Vergleich mit traditionellen Ansätzen. Dadurch entsteht eine fundierte Grundlage für die Analyse moderner Technologien im Trading-Kontext und ihrer Weiterentwicklung.

2. Vorgehensweise

2.1 Anforderungsanalyse

Die Entwicklung eines Handelsbots erfordert eine präzise Anforderungsanalyse, bei der die spezifischen Ziele und Rahmenbedingungen der Handelsstrategien klar definiert sind. Im Rahmen dieses Prozesses stehen verschiedene Schwerpunkte im Mittelpunkt. Diese Schwerpunkte tragen zur Sicherstellung der Effektivität und Umsetzbarkeit des Projekts bei.

Identifikation der Finanzinstrumente:

Es wurden Aktien und Finanzinstrumente ausgewählt, die für die Entwicklung und das Backtesting der Handelsstrategien geeignet sind. Die Auswahl konzentrierte sich auf Kriterien wie Liquidität, Volatilität und Datenverfügbarkeit. Aktien mit einem Kurswert unter 30 Euro blieben unberücksichtigt, da diese weniger geeignet für die geplanten Strategien erscheinen.

Festlegung der Handelsstrategien:

Bestimmung der drei spezifischen Handelsstrategien – Breakout-Strategie, Momentum-Strategie mit gleitenden Durchschnitten (MAs) und Bollinger-Bänder-Strategie – die in diesem Projekt analysiert und implementiert werden. Diese Strategien werden im Hinblick auf ihre Anwendbarkeit im algorithmischen Intraday-Handel entwickelt.

Suche nach einem geeigneten Broker:

Bei der Entwicklung des Handelsbots stand die Auswahl eines geeigneten Brokers im Mittelpunkt. Besonders relevant war die Bereitstellung einer kostenlosen API mit Echtzeitdaten, da diese eine realitätsnahe Testumgebung für die Strategien ermöglicht. Nach einer Prüfung verschiedener Anbieter fiel die Entscheidung auf Alpaca. Dieser Broker bietet

Echtzeitdaten für US-Aktien und unterstützt die Integration algorithmischer Handelsstrategien durch eine flexible API.

Zusätzlich dient **Backtrader** als Plattform für das Backtesting. Die Plattform bietet eine detaillierte und zuverlässige Analyse der Handelsstrategien auf Basis historischer Daten und ermöglicht die Simulation der Strategien mit einem festgelegten Startkapital. Dabei wird die Entwicklung des Kapitals über die Testphase hinweg analysiert, und danach wird die Effektivität und Stabilität der Strategien bewertet. Durch die Verbindung der Alpaca-API mit Backtrader entsteht eine umfassende Testumgebung, die dem Bot eine verlässliche Analyse sowie die kontinuierliche Anpassung und Verfeinerung seiner Strategien erlaubt.

Definition der Risiko-Rendite-Verhältnisse und der Haltedauer:

Festlegung der Risiko-Rendite-Verhältnisse für jede Strategie sowie der maximalen Haltedauer für offene Positionen, wenn weder das Take-Profit- noch das Stop-Loss-Niveau erreicht wird. Diese Parameter bieten eine konsistente und objektive Vergleichbarkeit der Strategien im Backtesting.

Diese Anforderungsanalyse bildet die Grundlage für die weiteren Projektschritte und stellt sicher, dass alle notwendigen Komponenten für die Entwicklung und das Testen der Handelsstrategien berücksichtigt werden.

2.2 Datenbeschaffung und -verarbeitung

Die Datenbeschaffung beginnt mit dem Herunterladen einer umfassenden Ticker-Liste aller an den Börsen Nasdaq und NYSE gehandelten Wertpapiere. Diese Liste bildet die Grundlage für die Auswahl der analysierten Finanzinstrumente und enthält Informationen wie Tickersymbole, Unternehmensnamen, Klassifizierung der Finanzinstrumente (z. B. Aktien), den jeweiligen Sektor sowie die Börse, an der die Wertpapiere gehandelt werden. Etwa 4000 internationale Aktien werden berücksichtigt, was eine breite Auswahl und eine erhöhte Wahrscheinlichkeit für Kursanstiege ermöglicht. In dieser Arbeit stehen ausschließlich Aktien im Fokus, während die Strategien auch auf andere Anlageklassen wie ETFs, Forex oder Kryptowährungen übertragbar sind.

Die historischen Preisdaten und Handelsvolumina werden mithilfe der **yfinance API** abgerufen, die Zeitreihen in verschiedenen Intervallen bereitstellt. Die Preisdaten umfassen den Eröffnungspreis, den Schlusskurs sowie die höchsten und niedrigsten Kurse, die während einer definierten Zeitspanne erreicht wurden. Das Handelsvolumen repräsentiert die Menge an gehandelten Aktien innerhalb dieses Zeitraums und dient als wichtiges Kriterium für die Implementierung, da es die Grundlage für die Auswahl von Aktien mit hohem Handelsvolumen

bildet. Diese detaillierten Informationen ermöglichen eine präzise Analyse der Handelsstrategien und unterstützen die Entwicklung und Bewertung der Bots.

Die Echtzeitdaten stammen aus der **Alpaca API** und werden in stündlichen Intervallen abgerufen. Sie enthalten Handelsvolumina, den Eröffnungspreis, den Schlusskurs sowie die höchsten und niedrigsten Kurse der letzten Stunde. Diese Daten ermöglichen eine präzise Bewertung von Handelsstrategien unter realistischen Marktbedingungen. Sie fließen direkt in die Strategien ein, wobei überprüft wird, ob bestimmte Aktien die festgelegten Kriterien erfüllen. Der Bot verwendet diese Informationen für das Testen seiner Funktionalität und die Bewertung seiner Eignung für den Live-Handel.

2.3 Entwicklung und Implementierung der Handelsbot

Die Entwicklung und Implementierung des Handelsbots erfolgt in mehreren strukturierten Schritten. Ziel ist die effiziente Umsetzung der drei ausgewählten Strategien sowie die Sicherstellung der Funktionalität des Bots.

Programmierung der Signalgenerierung:

Jede der drei Strategien (Breakout-Strategie, Momentum-Strategie mit Moving Averages und Bollinger-Bänder-Strategie) wurde detailliert analysiert und in Form von Algorithmen umgesetzt. Dabei wurden die spezifischen Kriterien und Bedingungen für Kauf- und Verkaufssignale definiert und in die Handelsbot-Logik integriert.

Entwicklung des Bot-Skripts für Alpaca:

Ein zentraler Bestandteil war die Erstellung eines Bot-Skripts, das Kauf- und Verkauforders direkt über die API des Alpaca-Brokers ausführt. Dieses Skript wurde so programmiert, dass es die Signalgenerierung mit der Orderausführung verknüpft und Echtzeitdaten aus der API berücksichtigt. Dadurch konnte der Bot automatisiert auf Marktentwicklungen reagieren.

Implementierung eines Trading Bot Controllers:

Der Trading Bot Controller übernimmt die Steuerung und Überwachung von Handelsstrategien. Die grafische Benutzeroberfläche ermöglicht das Starten, Pausieren und Kontrollieren der Bots, die verschiedene Strategien ausführen. Eine klare Trennung zwischen der Benutzeroberfläche und den Skripten bleibt durch die Integration von Statusüberwachung und Prozessmanagement erhalten. Diese Struktur fördert sowohl die Stabilität als auch die Benutzerfreundlichkeit.

Umsetzung von Risikomanagement-Regeln:

Die Bots basieren auf fest definierten Risikomanagement-Regeln. Stop-Loss- und Take-Profit-Niveaus sowie Haltezeitbegrenzungen begrenzen die Haltedauer von Positionen. Die Flexibilität bleibt erhalten, da neue Gelegenheiten in Aktien mit starken bullischen Trends berücksichtigt werden können. Diese Maßnahmen ermöglichen die Ermittlung idealer Risiko-Rendite-Verhältnisse und schaffen eine ausgewogene Balance zwischen Sicherheit und Profitabilität. Die Einhaltung dieser Regeln stärkt die Stabilität und Konsistenz der Handelsstrategien.

2.4 Analyse und Validierung des Handelsbots

Durchführung des Backtestings

Die Handelsstrategien werden mithilfe von Backtrader getestet, wobei ein festgelegtes Startkapital verwendet wird. Die Evaluierung erfolgt auf Basis historischer Marktdaten, die spezifische Zeiträume mit unterschiedlichen Marktbedingungen abdecken. Dabei liegt der Fokus auf einer genauen Simulation der Handelsstrategien, einschließlich der Berücksichtigung von Risiko-Rendite-Verhältnissen und Haltezeiten. Die Ergebnisse des Backtestings bilden die Grundlage für die Analyse der Performance und die Identifikation von Optimierungspotenzialen.

Herausforderungen und Einschränkungen des Backtestings

Das Backtesting basiert auf historischen Daten, die nicht immer zukünftige Marktbedingungen widerspiegeln können. Veränderungen in der Marktstruktur, unerwartete Ereignisse oder die Einschränkungen der Datenqualität können die Übertragbarkeit der Ergebnisse beeinflussen. Die Nutzung der Yfinance-API brachte zusätzliche Herausforderungen mit sich, da wiederholte Abfragen die API stark belasten. Dies führt zu Verzögerungen und erzwungenen Pausen, wodurch die Dauer des Backtestings erheblich verlängert wurde.

Analyse der Backtesting-Ergebnisse

Die Backtesting-Ergebnisse ermöglichen eine umfassende Bewertung der Strategien und liefern wertvolle Erkenntnisse über deren Performance. Neben der Erfolgswahrscheinlichkeit werden weitere Kennzahlen analysiert, darunter die Entwicklung des Kapitals über den Testzeitraum sowie die Gewinn- oder Verlustquote. Die Ergebnisse offenbaren signifikante Unterschiede in der Effektivität der Strategien, die als Grundlage für Optimierungen dienen.

Vergleich der Strategien: Performance und Risiko-Rendite-Verhältnisse

Jede Strategie wird mit drei festgelegten RR-Einstellungen getestet. Dabei stehen die optimale Balance zwischen Risiko und Rendite sowie Kennzahlen wie die durchschnittliche Haltedauer, die Anzahl erfolgreicher Take-Profit-Transaktionen und die Häufigkeit von Stop-

Loss-Ereignissen im Mittelpunkt. Diese Untersuchung bewertet die Leistungsfähigkeit und Flexibilität der Strategien in verschiedenen Marktsituationen.

Praktische Tests: GUI-Integration und Orderausführung auf Alpaca

Die praktische Validierung des Bots wird durch Tests mit Echtzeitdaten überprüft. Hierbei erfolgte die Steuerung des Bots über eine eigens entwickelte grafische Benutzeroberfläche (GUI), die eine einfache Bedienung und Überwachung der Handelsaktivitäten ermöglicht. Die Integration mit der Alpaca-API stellt sicher, dass Kauf- und Verkaufsorders zuverlässig ausgeführt werden konnten. Die Tests konzentrieren sich auf die technische Funktionalität der Orderausführung und die Stabilität des Systems, ohne jedoch eine abschließende Bewertung der Strategien vorzunehmen.

2.5 Optimierung der Handelsstrategien und Anpassung der Parameter

Parameteranpassungen

Die Optimierung der Strategien erfolgt durch eine gezielte Anpassung der Handelsparameter und Indikatoren. Stop-Loss- und Take-Profit-Niveaus werden angepasst, und Indikatoren wie gleitende Durchschnitte sowie Bollinger-Bänder stehen auf dem Prüfstand. Verschiedene Risiko-Rendite-Verhältnisse finden ebenfalls Berücksichtigung, um die wirksamsten Einstellungen zu identifizieren. Die wiederholten Anpassungen und Tests erhöhen die Erfolgsquote und verbessern gleichzeitig die Stabilität und Leistungsfähigkeit der Strategien.

Erprobung neuer Ansätze

Die gezielte Verbesserung der Strategien basiert auf der Untersuchung verschiedener Anpassungen. Bei der Breakout-Strategie berechnen die Analysen die Supply- und Demand-Niveaus über unterschiedliche Zeiträume, darunter die letzten 12 Monate, 3 Monate, 2 Monate und den letzten Monat. Die Betrachtung bewertet, wie lange Widerstandsniveaus relevant bleiben und wie viele Niveaus ihre Gültigkeit verlieren. Dieser Ansatz identifiziert ungültige Niveaus präzise und entfernt sie aus der weiteren Analyse. Der Fokus liegt dabei auf Bereichen mit höherem Potenzial für Kursanstiege

Die Bollinger-Bänder-Strategie erfährt eine Anpassung durch die Integration des Handelsvolumens als ergänzenden Indikator. Diese Erweiterung verfeinert die Identifikation geeigneter Einstiegspunkte und stärkt die Validität der Handelssignale. Durch diese Modifikationen erhöht sich die Effektivität der Strategie, und die Signale für potenzielle Kursanstiege gewinnen an Aussagekraft. Das Handelsvolumen liefert dabei wichtige Hinweise auf ein gestiegenes Interesse der Marktteilnehmenden an den analysierten Aktien.

Iterativer Optimierungsprozess

Die Optimierung der Strategien erfolgt durch einen iterativen Ansatz. Jede Anpassung wird von erneuten Tests und Analysen begleitet. Dieser wiederholte Prozess deckt Schwächen auf und ermöglicht gezielte Verbesserungen. Erkenntnisse wie eine höhere Auslösung des Stop-Loss im Vergleich zum Take-Profit führen zu strategischen Anpassungen, beispielsweise durch den Wechsel von Long-Buy-Positionen zu Short-Selling. Die kontinuierliche Bewertung zeigt, wie zuverlässig die Strategien in verschiedenen Marktphasen funktionieren.

2.6 Dokumentation und Ausblick

Die gesamte Vorgehensweise, einschließlich der entwickelten Strategien und der erzielten Ergebnisse, wird detailliert dokumentiert. Diese Dokumentation dient als Grundlage für die Weiterentwicklung des Handelsbots und als Referenz für zukünftige Projekte.

Fundamentalanalyse als Erweiterung

Die Berücksichtigung fundamentaler Wirtschafts- und Unternehmensberichte beeinflusst den Ausblick erheblich. Diese Berichte zeigen starke Auswirkungen auf die Marktbewegungen. Insbesondere bei ihrer Veröffentlichung zeigt der Markt häufig eine erhöhte Volatilität. In solchen Phasen steigt das Risiko unvorhersehbarer Preisbewegungen, was besondere Aufmerksamkeit erfordert. Zukünftige Strategien könnten den Handel in diesen Zeiträumen aussetzen oder gezielte Anpassungen vorsehen, um Risiken effektiv zu minimieren.

Beseitigung von Einschränkungen bei Datenquellen

Der Ausblick konzentriert sich auf die Identifikation von Alternativen, um potenzielle Einschränkungen bei der Nutzung von Datenquellen wie APIs zu bewältigen. Begrenzte Abfragekapazitäten, Verzögerungen oder unvollständige historische Daten stellen Herausforderungen dar, die besonders im Echtzeit-Trading die Analyse und die Funktionsweise des Handelsbots beeinflussen können.

Übergang zum Live-Handel

Der Übergang zum Live-Handel erfolgt schrittweise. Zunächst erfolgt die manuelle Anwendung der ausgewählten Strategie mit begrenztem Kapital in Echtzeit, wobei die Effektivität unter realen Marktbedingungen beobachtet wird. Nach erfolgreicher Umsetzung entsteht ein Handelsbot, der in Backtests und in der Paper-Trading-Umgebung evaluiert wird, bevor die Integration in die Live-Umgebung erfolgt.

3. Theoretischer Hintergrund

3.1 Grundlagen des algorithmischen Handels

Definition des algorithmischen Handels

Ein Algorithmus ist eine systematische Zusammenstellung von Regeln, die auf ein bestimmtes Ziel ausgerichtet sind. Im Börsenhandel erfolgt die systematische Anwendung von Methoden, bei denen Handelsentscheidungen anhand klar definierter Parameter automatisiert werden. Viele Trader setzen Algorithmen ein, indem sie Indikatoren wie MACD, ADX und Moving Average kombinieren, und Handelssignale erzeugen. Der algorithmische Handel erweitert diesen Ansatz durch die Umsetzung der Regeln in Programmiersprachen wie python, C++ oder MQL4, was die Entwicklung vollautomatisierter Handelssysteme sowie individueller Indikatoren ermöglicht.¹

In der heutigen Zeit lassen sich die meisten Faktoren, die das Gelingen eines solchen Vorhabens beeinflussen, gezielt steuern. Dazu zählen niedrige Ordergebühren, geringe Kosten für virtuelle Server (VPN), der einfache Zugang zu leistungsstarken Computern und vergleichsweise günstige Internetverbindungen mit niedrigem Ping zu den Börsenservern. Diese Vorteile eröffnen einem privaten Börsenhändler ideale Bedingungen für den Einstieg in das algorithmische Trading.

Vorausgesetzt sollen der Trader ein grundlegendes Verständnis vom Börsenhandel besitzen. Wichtige Konzepte und Begriffe wie „StopLoss“, „TakeProfit“ oder „Moving Average“ sind ihnen idealerweise bekannt. Im besten Fall haben sie eine eigene Strategie entwickelt und diese über einen längeren Zeitraum manuell an der Börse getestet. Bei Vorhandensein einer solchen Strategie erfolgt die Übersetzung in ein automatisiertes Handelssystem.²

Zwei Arten von automatisierten Handelssystemen³

Es werden zwei Hauptansätze für automatisierte Handelssysteme vorgestellt:

1. **Algorithmische Systeme:** Diese basieren auf fest definierten Regeln, wie z. B. einem Moving-Average-Crossover-System, bei dem eine Position eröffnet wird, wenn der kurzfristige Durchschnitt über dem langfristigen liegt.
2. **Modellbasierte Systeme:** Diese verwenden Indikatoren und Zielvariablen, um Marktbewegungen vorherzusagen. Fortschritte im Bereich der künstlichen Intelligenz erfassen selbst hochkomplexe Handelsmuster, die sich durch traditionelle Regeln nicht abbilden lassen.

Relevanz des algorithmischen Handels

¹ Vgl. Algorithmisches Trading: MetaTrader4 | MQL4, 2015, S. 7

² Vgl. Algorithmisches Trading: MetaTrader4 | MQL4, 2015, S. 8

³ Vgl. Testing and Tuning Market Trading Systems, 2018, S.2

Der algorithmische Handel hat die Finanzmärkte revolutioniert und sich als unverzichtbares Instrument im modernen Finanzwesen etabliert. Durch automatisierte Systeme, die in Bruchteilen von Sekunden Entscheidungen treffen⁴, steigert er die Effizienz und reduziert menschliche Fehler. Gleichzeitig trägt er durch die ständige Überwachung und Ausführung von Kauf- und Verkaufsaufträgen erheblich zur Marktliquidität bei.

Der algorithmische Handel verbessert die Preisbildung an den Märkten durch schnelle Auftragsausführung und kontinuierliche Analyse von Marktdaten. Diese Prozesse fördern faire und wettbewerbsfähige Preise. Gleichzeitig reduzieren Mechanismen zur Risikokontrolle potenzielle Verluste, was besonders für institutionelle Anleger eine zentrale Rolle spielt. Algo-Trading ermöglicht darüber hinaus den Handel auf globalen Märkten zu jeder Zeit, unabhängig von der physischen Präsenz des Händlers. Die Echtzeitverarbeitung großer Datenmengen unterstützt die präzise Erkennung von Trends und erleichtert fundierte Entscheidungen im Handel. Durch diese Eigenschaften erhöht der algorithmische Handel die Effizienz und Transparenz an den Finanzmärkten und bietet für die institutionellen und privaten Investoren erweiterte Möglichkeiten.

3.2 Einsatzbereiche des Algorithmischen Handels

Handelsbots kommen in einer Vielzahl von Bereichen zum Einsatz. Sie überzeugen durch ihre Geschwindigkeit und Präzision, was sie besonders für anspruchsvolle Handelsstrategien geeignet macht. Ihre Einsatzmöglichkeiten sind vielseitig: von extrem schnellen, datengetriebenen Methoden im Hochfrequenzhandel (High-Frequency-Trading, HFT) über komplexe Arbitrage-Ansätze bis hin zur Nutzung im institutionellen und privaten Handel.

1. High-Frequency-Trading (HFT)⁵

High-Frequency-Trading (HFT) zeichnet sich durch die extrem schnelle Entscheidungsfindung von Algorithmen im Handel aus. Diese Algorithmen platzieren Kauf- oder Verkaufsgebote, passen bestehende Angebote an oder ziehen diese zurück. Dabei reagieren sie auf minimale Marktbewegungen und nutzen diese gezielt für Gewinne. Die Strategien lassen sich in zwei Hauptgruppen einteilen: „Making“, das Liquidität bereitstellt, und „Taking“, das bestehende Liquidität nutzt.

„**Making**“-Strategien stellen Liquidität bereit, indem neue Gebote oder Angebote in das Orderbuch eingetragen werden. Diese Einträge bleiben bestehen, bis sie ausgeführt oder

⁴ Vgl. High-Frequency Financial Econometrics, 2014, S. xvii

⁵ Trading at the Speed of Light, 2021, Seite 172

zurückgenommen werden. Solche Ansätze ähneln der Funktion eines traditionellen Market-Makers.

Im Gegensatz dazu nutzen „**Taking**“-Strategien bestehende Gebote oder Angebote aus, die bereits im Orderbuch vorhanden sind. Algorithmen analysieren, wann es profitabel ist, gegen diese Positionen zu handeln. Die Interaktion zwischen „Making“ und „Taking“ bildet die Grundlage der HFT-Algorithmen. Der Wettbewerb konzentriert sich dabei auf kleinste Preisunterschiede und läuft mit höchster Geschwindigkeit ab

2. Arbitrage⁶

Arbitrage beschreibt die Ausnutzung von Preisunterschieden eines Gutes oder Wertpapiers an verschiedenen Märkten oder Handelsplätzen. Preisabweichungen treten auf, wenn ein Wertpapier gleichzeitig an unterschiedlichen Märkten zu verschiedenen Preisen gehandelt wird. Diese Situation lässt sich mathematisch durch die Ungleichheit $P_a \neq P_b$ ausdrücken, wobei P_a und P_b die Preise an den jeweiligen Märkten darstellen.

Arbitrage-Handelsalgorithmen analysieren die Preisunterschiede systematisch und erkennen auf dieser Grundlage rentable Gelegenheiten

Handelsstrategien basieren auf dem gleichzeitigen Kauf am preisgünstigeren Markt und Verkauf am teureren Markt. Die potenziellen Gewinne G werden dabei durch $G = (P_b - P_a) - C$ berechnet, wobei C die Transaktionskosten umfasst.

3. Intraday-Trading-Systeme

Intraday-Handel ist eine Strategie, bei der alle Positionen innerhalb eines einzigen Handelstages abgeschlossen werden. Diese Methode verlangt ein hohes Tempo und kurze Entscheidungszeiten. Automatisierte Systeme sind besonders geeignet, da sie Marktdaten in Echtzeit analysieren und Trades präzise ausführen. Sie eliminieren gleichzeitig menschliche Eingriffe und reduzieren emotionale Fehler.

Walkforward-Testing⁷ stellt ein bedeutendes Verfahren dar, das die Leistung eines Handelssystems in realistischen Marktsituationen überprüft. Der Datensatz wird in Trainings- und Testabschnitte aufgeteilt. Nach der Optimierung der Parameter anhand der Trainingsdaten werden die Ergebnisse in einem separaten Testabschnitt validiert. Dieser iterative Prozess bewertet die Systemleistung fortlaufend und passt sie an die beobachteten Ergebnisse an.

⁶ Vgl. Algorithmischer Aktienhandel: Strategien und Anwendungen mit Python, 2024, S. 15

⁷ Vgl. Testing and Tuning Market Trading Systems, 2018, S. 287

Durch den Einsatz von Walkforward-Testing in Kombination mit Intraday-Handel entstehen widerstandsfähige Handelssysteme, die flexibel auf Marktschwankungen reagieren können. Diese Methode stärkt die Zuverlässigkeit und Effektivität von Handelsbots im kurzfristigen Handel.

3.3 Anlageprodukte im Algorithmischen Handel

Der algorithmische Handel findet in zahlreichen Anlageprodukten Anwendung, die sich durch ihre Marktstruktur, Liquidität und Handelsanforderungen unterscheiden. Zu den wichtigsten Produkten zählen:

1. Aktien⁸

Eine Aktie stellt eine Urkunde dar, die den Besitz eines bestimmten Anteils am Aktienkapital eines Unternehmens repräsentiert. Sie setzt sich aus zwei Hauptbestandteilen zusammen: dem Mantel, der die Rechte des Teilhabers am Unternehmen festhält, und dem Bogen, der Ansprüche wie das Dividendenrecht dokumentiert.

2. Devirate⁹

Derivate sind Finanzinstrumente, deren Wert auf einem Basiswert wie Aktien, Rohstoffen, Währungen oder Zinsen basiert. Der Abschluss erfolgt in der Gegenwart, während die Erfüllung zu einem späteren Zeitpunkt stattfindet. Zu den Hauptformen zählen Optionen, die ein bedingtes Recht gewähren, und Futures, die beide Vertragsparteien verbindlich verpflichten

a. Futures¹⁰

Futures sind börsengehandelte Verträge, bei denen Käufer und Verkäufer sich darauf einigen, einen Basiswert wie Rohstoffe oder Aktienindizes zu einem festgelegten Preis und Termin in der Zukunft zu handeln. Der Preis wird zum Zeitpunkt des Vertragsabschlusses bestimmt, während die Lieferung oder Zahlung erst zu einem späteren Zeitpunkt erfolgt. Diese Verträge dienen der Absicherung gegen Preisschwankungen und bieten gleichzeitig eine Möglichkeit für Spekulationen auf Preisentwicklungen."

b. Optionen¹¹

⁸ Vgl. Trading Für Dummies, 2022, S. 240

⁹ Vgl. Trading Für Dummies, 2022, S. 267

¹⁰ Vgl. Trading Für Dummies, 2022, S. 282

¹¹ Vgl. Trading Für Dummies, 2022, S. 273

Optionen sind Finanzinstrumente, die dem Käufer das Recht, aber nicht die Verpflichtung geben, einen bestimmten Basiswert wie Aktien, Rohstoffe oder Währungen zu einem vorher festgelegten Preis (Strike) und innerhalb einer bestimmten Frist zu kaufen (Call-Option) oder zu verkaufen (Put-Option). Der Verkäufer der Option, auch Stillhalter genannt, ist verpflichtet, diese Leistung zu erbringen, falls der Käufer die Option ausübt. Der Käufer zahlt dafür eine Prämie, die sein maximales Verlustrisiko darstellt, während der Stillhalter unbegrenzte Risiken tragen kann, wenn die Option ungedeckt ist. Optionen werden an Terminbörsen gehandelt und bieten durch ihre Standardisierung und Flexibilität vielfältige Einsatzmöglichkeiten für Absicherung, Spekulation und Arbitrage.

c. CFD¹²

CFDs (Contracts for Difference) sind außerbörsliche Derivate, die Spekulationen auf Kursbewegungen von Basiswerten wie Aktien, Rohstoffen oder Indizes ermöglichen, ohne dass der Vermögenswert tatsächlich erworben wird. Der Handel erfolgt auf Margin, was einen Hebeleffekt erzeugt und sowohl Gewinne als auch Verluste vervielfachen kann. Anleger können sowohl von steigenden (Long) als auch von fallenden (Short) Kursen profitieren. Dabei bestehen Risiken wie Übernachtzinsen und Dividendenanpassungen. Da CFDs keine Aktionärsrechte mit sich bringen, unterscheiden sie sich von klassischen Wertpapieren. In der EU gelten zudem Hebelbeschränkungen und das Verbot der Nachschusspflicht für Privatanleger.

3. Forex (Währungshandel)¹³

Forex (Foreign Exchange) ist der weltweite Markt für den Handel mit Währungen, der unabhängig von Börsen organisiert ist. Mit einem täglichen Handelsvolumen von mehr als 5 Billionen US-Dollar ist er der größte Finanzmarkt der Welt. Im Forex-Handel werden Währungen paarweise getauscht, zum Beispiel Euro gegen US-Dollar (EUR/USD), das am häufigsten gehandelte Währungspaar.

Dieser Markt dient Spekulanten und auch Teilnehmern, die Wechselkursrisiken minimieren möchten. Während der größte Teil des Handels im Interbankenmarkt erfolgt, steht er auch Privatpersonen offen, die über Forex-Broker Zugang erhalten. Da Forex-Broker im Gegensatz zu Börsen keiner staatlichen Regulierung unterliegen, ist ihr Vertrauen besonders wichtig.

¹² Vgl. Trading Für Dummies, 2022, S. 322

¹³ Vgl. Trading Für Dummies, 2022, S. 314

4. Kryptowährungen¹⁴

Cryptocoins sind digitale Tauschmittel, die ausschließlich virtuell existieren und durch computergestützte Prozesse erzeugt werden. Sie sind keine gesetzlichen Zahlungsmittel im klassischen Sinne, wie Euro oder US-Dollar, sondern werden in einigen Ländern als alternatives Zahlungsmittel anerkannt, etwa in der Schweiz, Japan und El Salvador. Anders als physische Münzen oder Banknoten existieren Cryptocoins nicht in greifbarer Form. Sie können zwar als Zahlungsmittel dienen, konkurrieren jedoch nicht direkt mit staatlich reguliertem Geld und könnten von Zentralbanken eingeschränkt werden, wenn sie als Bedrohung für das traditionelle Geldsystem wahrgenommen werden.

5. Fonds¹⁵

Fonds sind Anlageprodukte, bei denen das Kapital vieler Anleger gebündelt und von einer Kapitalverwaltungsgesellschaft (KVG) verwaltet wird. Die Gesellschaft legt das Geld in verschiedene Vermögenswerte wie Aktien, Anleihen oder Immobilien an, entsprechend der festgelegten Anlagestrategie des Fonds. Anleger erwerben Anteile am Fonds und profitieren proportional von dessen Wertentwicklung. Dabei verwaltet ein Fondsmanager das Kapital und strebt eine möglichst hohe Rendite an. Für diese Dienstleistungen erhebt die KVG Gebühren, wie einen Ausgabeaufschlag und jährliche Managementkosten. Fonds bieten durch ihre Diversifikation eine breite Risikostreuung und sind in unterschiedlichen Formen verfügbar, beispielsweise als Aktienfonds, Mischfonds oder Immobilienfonds.

6. ETFs¹⁶

ETFs (Exchange Traded Funds) sind börsennotierte Fonds, die passiv verwaltet werden und den Kursverlauf eines Index wie des DAX oder des S&P 500 nachbilden. Anleger erwerben Anteile an einem breit diversifizierten Portfolio, das auf spezifische Märkte, Branchen oder Strategien ausgerichtet ist. Der Handel erfolgt während der regulären Börsenzeiten, ähnlich wie bei Aktien, was eine hohe Flexibilität bietet.

Zu den wesentlichen Vorteilen zählen geringe Kosten, umfassende Transparenz und die Effizienz beim Handeln am Markt. Die Zusammensetzung eines ETFs wird regelmäßig veröffentlicht, und der Nettoinventarwert gibt Aufschluss über den aktuellen Wert. Diese Fonds eröffnen Zugang zu verschiedenen Anlageklassen, darunter Aktien, Anleihen,

¹⁴ Vgl. Trading Für Dummies, 2022, S. 330

¹⁵ Vgl. Trading Für Dummies, 2022, S. 307

¹⁶ Vgl. Trading Für Dummies, 2022, S. 310

Rohstoffe oder Immobilien, und bieten eine kosteneffiziente Möglichkeit zur breiten Risikostreuung

7. Anleihen (Bond)¹⁷

Anleihen, auch bekannt als Schuldverschreibungen oder Rentenpapiere, stellen eine Form der Fremdfinanzierung dar. Sie sind Urkunden, die dem Gläubiger das Recht auf Rückzahlung des geliehenen Kapitals sowie auf regelmäßige Zinszahlungen garantieren. Emittenten können Staaten, Unternehmen oder Banken sein, die durch die Ausgabe von Anleihen Kapital für Projekte oder die Finanzierung ihres Haushalts aufnehmen. Der Zinssatz und die Bonität des Emittenten bestimmen die Attraktivität und das Risiko einer Anleihe.

8. Zertifikate¹⁸

Zertifikate sind Finanzprodukte, die Banken für Privatanleger herausgeben. Sie ermöglichen eine Beteiligung an der Entwicklung von Basiswerten wie Aktien, Indizes oder Rohstoffen. Als Inhaberschuldverschreibungen besteht das Risiko eines Totalverlusts, wenn der Emittent zahlungsunfähig wird. Diese Produkte kombinieren Basiswerte mit derivativen Elementen wie Optionen. Ihre Funktionsweise richtet sich nach der Marktphase und erfordert ein gutes Verständnis, damit Anleger die Chancen und Risiken richtig einschätzen können

3.4 Schichtenmodell für Algorithmisches Trading

Die Abbildung¹⁹ verdeutlicht die verschiedenen Schichten, die gemeinsam die Architektur eines solchen Systems bilden. Jede Ebene hat dabei eine spezifische Funktion, und alle bauen logisch aufeinander auf, sodass sie in ihrer Gesamtheit einen effizienten und automatisierten Handelsprozess ermöglichen

¹⁷ Vgl. Trading Für Dummies, 2022, S. 249

¹⁸ Vgl. Trading Für Dummies, 2022, S. 293

¹⁹ Vgl. Python for Algorithmic Trading: From Idea to Cloud Deployment, 2020, S. 5

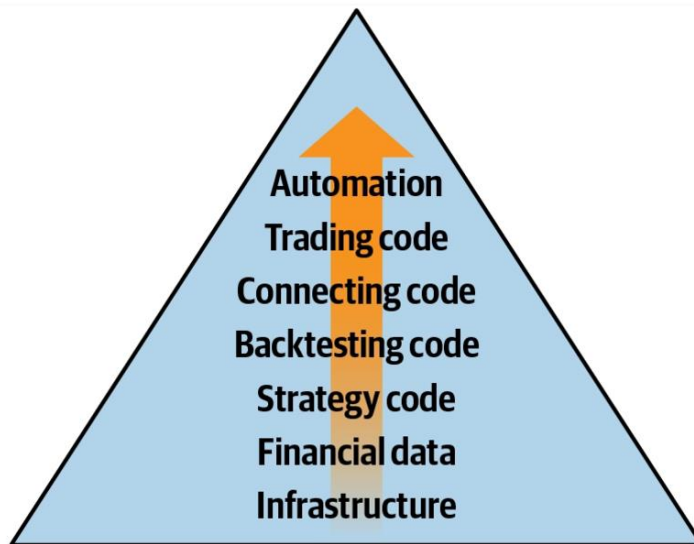


Figure P-1. The layers of Python for algorithmic trading

Abbildung 1: Pyramidenmodell: Komponenten eines Algorithmischen Handelssystems

1. Infrastruktur

Die Infrastruktur bildet das Fundament eines Handelssystems. Sie beinhaltet Server, Datenbanken und Cloud-Lösungen, die für Stabilität und eine zuverlässige Leistung sorgen.

2. Finanzdaten

In dieser Ebene werden historische und Echtzeit-Marktdaten bereitgestellt, die die Grundlage für Analysen und Handelsentscheidungen bilden.

3. Strategiecode

Diese Schicht definiert die Handelsregeln und Algorithmen, die bestimmen, wann Vermögenswerte gekauft oder verkauft werden.

4. Backtesting-Code

Beim Backtesting erfolgt eine Simulation der Handelsstrategie anhand historischer Daten. Auf diese Weise wird die Effektivität der Strategie geprüft und mögliche Anpassungen werden vorgenommen.

5. Verbindungscode

Diese Ebene verbindet das Handelssystem mit externen Plattformen und APIs. Sie ermöglicht die Echtzeitkommunikation mit Märkten und Brokern.

6. Handelscode

Der Handelscode führt die Handelslogik aus, platziert Aufträge und setzt die definierten Strategien in Echtzeit um.

7. Automatisierung

Die oberste Ebene integriert alle vorherigen Schichten. Sie ermöglicht die vollständige Automatisierung des Handelsprozesses – von der Datenerhebung bis zur Orderausführung.

3.5 Broker-Vergleich und Kostenanalyse

| Kriterium / Broker | Interactive Brokers ²⁰ (IBKR) | Alpaca | TradeStation | Tradier |
|---|---|---|--|---|
| Kosten für Echtzeitdaten | Abhängig von Börse (\$4-5/Monat für NYSE/NASDAQ) | Basic: Verzögert (kostenlos); Echtzeit: \$99/Monat | \$6/Monat (Basisdaten); Zusatzkosten für erweiterte Daten | \$10/Monat (Premium) + mögliche Zusatzkosten |
| Fundamentale Daten | Ja | Nein | Ja | Ja |
| Anzahl der Wertpapiere | 150+ Märkte weltweit, inkl. US-Börsen und ADRs | Nur US-Aktien und ETFs (inkl. ADRs) | US-Aktien, Optionen, Futures, Krypto (inkl. ADRs) | US-Börsen: NYSE, NASDAQ, AMEX (inkl. ADRs) |
| Internationale Aktien durch US-Börsen | Ja (voller Zugang zu internationalen Märkten + ADRs) | Ja (nur ADRs und US-gelistete Aktien) | Ja (nur ADRs und US-gelistete Aktien) | Ja (nur ADRs und US-gelistete Aktien) |
| Direkter Handel internationaler Aktien | Ja, direkter Handel an globalen Börsen | Nein | Nein (nur über Partnerschaft) | Nein |
| Orderausführungsgebühren | \$0,005/Aktie (min. \$1, max. 1%) | Provisionsfrei für US-Aktien (SEC/FINRA Gebühren) | Provisionsfrei (US-Aktien/ETFs) | Provisionsfrei für US-Aktien (SEC/FINRA Gebühren) |

| Broker | Vorteile | Nachteile |
|----------------------------|---|---|
| Interactive Brokers | <ul style="list-style-type: none"> - Zugang zu über 150 internationalen Märkten, einschließlich US-Börsen - Leistungsstarke API für algorithmischen Handel und Datenabruf - Sehr niedrige Handelsgebühren (\$0.0005/Aktie in den USA) - Uneingeschränkter Zugriff auf große Datenmengen | <ul style="list-style-type: none"> - Monatliche Gebühren bei geringer Handelsaktivität (\$10 für Konten < \$100.000) |
| Alpaca²¹ | <ul style="list-style-type: none"> - Keine Handelsgebühren für US-Aktien - API-zentrierte Plattform, ideal für algorithmischen Handel | <ul style="list-style-type: none"> - Kein direkter Zugang zu internationalen Märkten - Weniger robuste Infrastruktur für Hochfrequenzhandel |

²⁰ <https://www.interactivebrokers.co.uk/de/pricing/commissions-home.php>

²¹ <https://docs.alpaca.markets/docs/about-market-data-api>

| | | |
|----------------------------------|---|--|
| TradeStation²² | <ul style="list-style-type: none"> - Leistungsstarke API-Tools für algorithmischen Handel - Bietet Echtzeit- und historische Marktdaten - Benutzerfreundliche Plattform, geeignet für Einsteiger und erfahrene Händler | <ul style="list-style-type: none"> - Komplexe Gebührenstruktur - Kein direkter Zugang zu internationalen Aktien |
| Tradier²³ | <ul style="list-style-type: none"> - Sehr günstige Gebühren (\$10/Monat für unbegrenzten Handel) - Echtzeitdaten ohne klare Einschränkungen beim Abruf | <ul style="list-style-type: none"> - Beschränkt auf den US-Markt - Kein direkter Zugang zu internationalen Märkten |

Für die Anforderungen, die kostenbewusstes Handeln, internationalen Handel, uneingeschränkter Datenzugriff und die Integration algorithmischer Handelsstrategien umfassen, erweist sich **Interactive Brokers** (IBKR) als die geeignetste Wahl. IBKR bietet Zugang zu internationalen Märkten, umfangreiche Datenressourcen und leistungsfähige APIs, die eine effektive Implementierung algorithmischer Systeme unterstützen. Darüber hinaus sind die Gebührenstrukturen besonders für Händler mit hohem Handelsvolumen wettbewerbsfähig.

Für den Fokus auf den US-Markt, bei dem Kosten eine vorrangige Rolle spielen, ist **Tradier** hingegen eine kosteneffizientere Alternative. Diese Plattform bietet ein wirtschaftliches Handelsumfeld, das speziell für budgetorientierte Akteure mit US-Marktschwerpunkt von Interesse ist.

3.6 Technologische Werkzeuge und Komponente für die Bot-Entwicklung bei IBKR

Die Entwicklung und Implementierung eines algorithmischen Handelssystems zum Beispiel bei Interactive Brokers setzt den Einsatz spezifischer Werkzeuge und Technologien voraus. Von der Wahl der Programmiersprache bis hin zu APIs, Datenquellen und Plattformen bietet IBKR eine Vielzahl von Ressourcen, die auf die unterschiedlichen Anforderungen von Entwicklern und Händlern zugeschnitten sind. Nachfolgend werden die wichtigsten technologischen Komponenten vorgestellt, die für die erfolgreiche Bot-Entwicklung unerlässlich sind.

1. Programmierungsumgebung²⁴

Interactive Brokers bietet Unterstützung für verschiedene Programmiersprachen:

²²<https://www.tradestation.com/pricing/market-data-pricing/>

²³ <https://tradier.com/individuals/pricing>

²⁴ <https://www.interactivebrokers.com/en/trading/ib-api.php>

- **Python** zeichnet sich durch Einfachheit und umfangreiche Bibliotheken wie Pandas, NumPy und TensorFlow aus. Diese Eigenschaften machen es zur bevorzugten Wahl für algorithmische Handelsanwendungen.
- **Java** überzeugt als universelle Programmiersprache durch Stabilität und Flexibilität und wird besonders bei größeren Projekten verwendet.
- **C++** findet vor allem im Hochfrequenzhandel (High-Frequency Trading, HFT) Anwendung, da es eine hohe Leistung sowie geringe Latenzzeiten ermöglicht.
- **C#** eignet sich hervorragend für Projekte in der .NET-Umgebung.
- **ActiveX, RTD und DDE** kommen bei der Datenintegration und in Kombination mit Microsoft Excel zum Einsatz.

2. Trader Workstation oder IB Gateway²⁵

Die API von Interactive Brokers setzt eine Verbindung zur **Trader Workstation (TWS)** oder zum **IB Gateway** voraus. Die TWS ist eine graphische Benutzeroberfläche, während das IB Gateway als ressourcenschonende, headless Alternative ohne GUI angeboten wird. Beide Lösungen dienen als Schnittstelle zwischen der Client-Anwendung und den Backend-Systemen von Interactive Brokers.

3. Marktdaten-Abonnements²⁶

Für die Nutzung von Echtzeit- oder historischen Marktdaten innerhalb von Handelsstrategien sind spezifische Datenabonnements erforderlich. Die Gebühren unterscheiden sich je nach Datentyp, wie beispielsweise Level 1 oder Level 2. Bei Level-1-Daten belaufen sich die Kosten auf etwa 4–5 USD pro Monat, während Level-2-Daten 15 USD monatlich kosten.

Unterschiede zwischen Level-1- und Level-2-Daten:

Level-1-Daten:

Diese bieten grundlegende Marktinformationen. Dazu gehören der aktuelle Geld- und Briefkurs (Bid und Ask), der zuletzt gehandelte Preis und das Handelsvolumen. Damit lassen sich aktuelle Marktpreise eines Wertpapiers beobachten.

²⁵ <https://www.interactivebrokers.com/en/trading/ib-api.php>

²⁶ <https://www.interactivebrokers.co.uk/de/pricing/research-news-marketdata.php>

Level-2-Daten:

Level-2-Daten geben detailliertere Einblicke in die Markttiefe. Sie zeigen verschiedene Preisniveaus im Orderbuch sowie die Anzahl der Kauf- und Verkaufsaufträge auf diesen Niveaus. Diese Informationen vermitteln ein umfassenderes Bild von der Marktliquidität und dem Orderfluss.

Die Wahl zwischen Level-1- und Level-2-Daten richtet sich nach den Anforderungen einer Handelsstrategie und dem jeweiligen Informationsbedarf.

4. Entwicklerdokumentation²⁷

Die ausführliche **API-Dokumentation** bietet detaillierte Anleitungen für die Implementierung der API. Sie enthält Informationen zu unterstützten Befehlen, Schnittstellenmethoden und Best Practices für die Entwicklung.

5. FIX API²⁸

Die **Financial Information Exchange (FIX) API** stellt eine erweiterte Alternative zur Standard-API dar und wird häufig bei Datenmengeanfragen eingesetzt. Sie bietet folgende Eigenschaften:

- **Nachrichtenrate:** Die FIX API ermöglicht bis zu 250 Nachrichten pro Sekunde bei Verwendung des IB Gateway. Ohne Gateway gibt es kein festgelegtes Limit, während die Standard-API lediglich 50 Nachrichten pro Sekunde unterstützt.
- **Anwendungsbereich:** Sie wird bevorzugt in Szenarien mit hohen Handelsvolumina oder niedrigen Latenzanforderungen eingesetzt.

Die Nutzung der FIX API erfordert ein Konto mit einem Mindestkapital von 10.000 USD sowie eine Einrichtung durch den IBKR-Support. Es fallen keine spezifischen Gebühren für die FIX API an, allerdings sind Marktdatenabonnements weiterhin erforderlich.

3.7 Risiken und ethische Überlegungen im algorithmischen Handel

Algorithmischer Handel hat die Art und Weise, wie Finanzmärkte funktionieren, grundlegend verändert. Er ermöglicht eine schnelle und effiziente Verarbeitung von Handelsdaten und Transaktionen, stellt jedoch auch technologische, regulatorische und ethische Herausforderungen dar. Die Risiken und Überlegungen, die mit dieser

²⁷ <https://ibkr-campus.com/campus/ibkr-api-page/twsapi-doc/>

²⁸ <https://www.interactivebrokers.com/campus/ibkr-api-page/fix/>

Handelsform verbunden sind, lassen sich in technische Risiken, ethische Aspekte und nachhaltigkeitsbezogene Fragestellungen gliedern.

1. Technische und Marktrisiken

- **API-Ausfälle und Datenverzögerungen**

API-Ausfälle und Datenverzögerungen sind ein bekanntes Problem im algorithmischen Handel, da sie die Kommunikation zwischen Handelsbots und Marktdatenquellen beeinträchtigen können. Diese technischen Störungen können dazu führen, dass Handelsentscheidungen auf veralteten Informationen basieren, was ineffizienten Handel und potenziell finanzielle Verluste verursacht. insbesondere Hochfrequenzhandelsstrategien²⁹ sind anfällig für solche Störungen, da sie auf Echtzeit-Daten und sehr schnelle Ausführung angewiesen sind.

- **Marktschwankungen und Volatilitätsrisiken**

Marktschwankungen stellen ein zusätzliches Risiko dar, da plötzliche Preisänderungen algorithmische Systeme überfordern können. In hochvolatilen Märkten können Algorithmen simultan Kauf- oder Verkaufsaufträge auslösen, wodurch sich die Volatilität weiter verstärkt. solche Marktsituationen³⁰ sind besonders gefährlich, da sie Flash-Crashes auslösen können, wie der bekannte Fall des "Flash Crash" von 2010 zeigt.

- **Systemische Risiken durch Hochfrequenzhandel³¹**

Hochfrequenzhandelssysteme (HFT) erhöhen die Belastung der Marktinфраstruktur erheblich. dies kann zu Überlastungen führen, die systemische Risiken für die Finanzmärkte schaffen. HFT-Systeme tragen zwar zur Markteffizienz bei, bergen aber das Risiko von Kettenreaktionen, wenn eines dieser Systeme fehlschlägt.

2. Ethische Aspekte

- **Regulierung des algorithmischen Handels³²**

²⁹ <https://www.investopedia.com/articles/markets/012716/four-big-risks-algorithmic-highfrequency-trading.asp>

³⁰ <https://www.investopedia.com/articles/markets/012716/four-big-risks-algorithmic-highfrequency-trading.asp>

³¹ https://mail.sevenpillarsinstitute.org/case-studies/high-frequency-trading/?trk=article-ssr-frontend-pulse_little-text-block

³² https://eflowglobal.com/regulatory-responses-to-algorithmic-trading/?trk=article-ssr-frontend-pulse_little-text-block

Die Regulierung des algorithmischen Handels konzentriert sich auf die Sicherstellung von Fairness und Stabilität der Märkte. Regulierungsbehörden wie die ESMA und die SEC kontrollieren automatisierte Handelspraktiken, die Risiken wie Marktmanipulation mit sich bringen können. In Europa setzt das MiFID-II-Rahmenwerk strenge Compliance-Vorgaben durch. Auch in Asien und den USA verschärfen Regulierer die Anforderungen, indem sie zusätzliche Governance- und Überwachungspflichten zu Stärkung der Marktintegrität einführen.

- **Vermeidung der Marktmanipulation (Spoofing und Front-Running)³³**

Marktmanipulation durch Spoofing und Front-Running zählt zu den gravierendsten ethischen Herausforderungen im algorithmischen Handel:

- **Spoofing:** Bei dieser Methode manipulieren Händler den Markt, indem sie große Fake-Aufträge platzieren, die gezielt falsche Marktbewegungen auslösen. Diese Praxis ist in vielen Märkten verboten.
- **Front-Running:** beschreibt eine Praxis, bei der Algorithmen auf Informationen über bevorstehende Handelsaufträge zugreifen und dadurch einen Vorteil gegenüber anderen Marktteilnehmern erlangen. Dieses Verhalten stellt eine Gefahr für die Integrität des Marktes dar und gilt als unethisch.

- **Verantwortung und Transparenz³⁴**

Transparenz im algorithmischen Handel entsteht durch die Offenlegung der Algorithmen, regelmäßige unabhängige Prüfungen und festgelegte Berichtspflichten. Klare Verantwortlichkeiten verhindern Fehlverhalten und fördern die Einhaltung von Standards. Regulierungsbehörden schaffen Leitlinien, während Bildungsprogramme Investoren über Risiken und Mechanismen informieren. Diese Maßnahmen stärken sowohl das Vertrauen der Marktteilnehmer als auch die Integrität der Handelspraktiken.

3. Nachhaltigkeit im algorithmischen Handel

- **Ressourcenverbrauch von Hochfrequenzhandelssystemen³⁵**

Hochfrequenzhandelssysteme haben erhebliche ökologische Auswirkungen, da sie große Mengen an Energie für die Datenverarbeitung und Transaktionsabwicklung benötigen. Der Energieverbrauch trägt solcher Systeme erheblich zur CO₂-Bilanz der Finanzbranche bei.

³³ <https://www.investopedia.com/articles/markets/012716/four-big-risks-algorithmic-highfrequency-trading.asp>

³⁴ <https://medium.com/@admarkon/the-ethical-dilemmas-of-ai-powered-trading-what-you-need-to-know-8a6d5103584d>

³⁵ <https://link.springer.com/article/10.1007/s10551-018-3921-3>

Eine Reduzierung des Ressourcenverbrauchs könnte durch die Einführung längerer Handelsintervalle erreicht werden.

- **Langfristige Stabilität der Strategien**³⁶

Die Integration von ESG-Kriterien in algorithmische Handelsstrategien unterstützt nachhaltige Investments und stärkt die Stabilität der Märkte. ESG-Ratings kombiniert mit Pairs-Trading-Ansätzen helfen die Identifikation von Aktien, die ethischen Standards entsprechen und gleichzeitig finanzielle Sicherheit bieten. Solche Ansätze verbinden kurzfristige Gewinne mit langfristigem gesellschaftlichem Nutzen, verringern Risiken und schaffen eine Basis für stabile Renditen.

4. Datenbeschaffung und -verarbeitung

4.1 Auswahl und Filterung der Tickersymbole

Eine Liste mit 5000 Symbolen und Beschreibungen wird heruntergeladen, die als Grundlage für die Entwicklung der Handelsstrategien dient. Diese Liste umfasst Wertpapiere, die an der NYSE und der Nasdaq gehandelt werden. Der Fokus richtet sich dabei auf Aktien, während ETFs für die Analyse ausgeschlossen werden. Vor der Implementierung erfolgt eine Abfrage historischer Daten der Tickersymbole über die yfinance API.³⁷

| Symbol | Name | Instrument | Auction |
|--------|--|------------|---------|
| ADPT | Adaptive Biotechnologies Corporation Common Stock | Stock | Nasdaq |
| ADPV | Adaptiv Select ETF | ETF | Nasdaq |
| ADRT U | Ault Disruptive Technologies Corporation Units, each consisting of | Stock | Nasdaq |
| ADTH | AdTheorent Holding Company, Inc. Common Stock | Stock | NYSE |
| ADTN | ADTRAN Holdings, Inc. Common Stock | Stock | Nasdaq |
| ADTX | Aditxt, Inc. Common Stock | Stock | Nasdaq |
| ADV | Advantage Solutions Inc. Class A Common Stock | Stock | Nasdaq |
| ADVE | Matthews Asia Dividend Active ETF | ETF | Nasdaq |
| ADVM | Adverum Biotechnologies, Inc. Common Stock | Stock | Nasdaq |
| AEAE | AltEnergy Acquisition Corp. Class A Common Stock | Stock | Nasdaq |
| AEI | Alset Inc. Common Stock (TX) | Stock | Nasdaq |
| AEMB | American Century Emerging Markets Bond ETF | ETF | NYSE |
| AENT | Alliance Entertainment Holding Corporation Class A Common Stock | Stock | Nasdaq |
| AESR | Anfield U.S. Equity Sector Rotation ETF | ETF | Nasdaq |

Abbildung 2: Übersicht ausgewählter Tickersymbole mit Beschreibungen

Ein Python-Skript analysiert die gesamte Liste und überprüft die Schlusskurse (Close) im Tagesintervall. Ziel dieser Prüfung ist es, Aktien mit einem Preis unter 30 USD auszusortieren. Solche Aktien werden nicht berücksichtigt, da sie in der Regel eine höhere Volatilität

³⁶ https://arxiv.org/abs/2401.14761?utm_source.com

³⁷ https://www.nyse.com/publicdocs/nyse/markets/nyse/NYSE_and_NYSE_MKT_Trading_Units_Daily_File.xls

aufweisen und die Analyseergebnisse beeinträchtigen könnten. Nach Abschluss der Filterung bleiben 2000 Tickersymbole übrig, die in die Analyse einbezogen werden.

4.2 Definition der abgerufenen Daten

Von yfinance werden spezifische Daten abgerufen, darunter:

Schlusskurs (Close): Der Preis, zu dem ein Wertpapier am Ende eines Handelstages schließt. Diese Daten sind essenziell für die tägliche Performance-Analyse.

Eröffnungskurs (Open): Der Preis, bei dem ein Wertpapier bei Markteröffnung gehandelt wird. Dieser Wert gibt Hinweise auf die Marktstimmung zu Beginn des Handelstages.

Höchstkurs (High): Der höchste Preis, der innerhalb eines Handelstages erreicht wurde. Diese Angabe zeigt maximale Marktstärken und mögliche Widerstandsniveaus an.

Tiefstkurs (Low): Der niedrigste Preis, der während eines Handelstages verzeichnet wurde. Der Tiefstkurs liefert Informationen über mögliche Unterstützungsniveaus und weist auf Marktstärke oder -schwäche hin.

Handelsvolumen (Volume): Das Handelsvolumen beschreibt die Anzahl der gehandelten Einheiten eines Wertpapiers und zeigt oft eine verstärkte Marktaktivität an. Ein hohes Volumen deutet häufig auf dynamische Bewegungen und mögliche Schwankungen hin. Die Datenerhebung erfolgt in verschiedenen Intervallen, sodass unterschiedliche Aspekte der Marktbewegungen detailliert analysiert werden können.

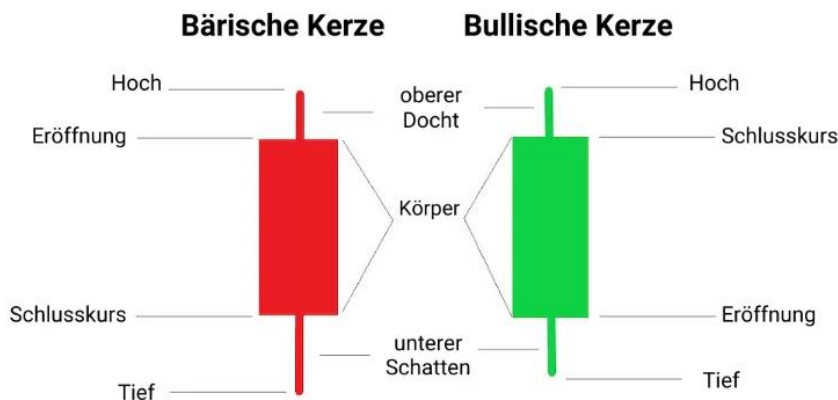


Abbildung 3: Darstellung einer bärischen und bullischen Kerze mit ihren Komponenten

Die Daten für diesen Ticker werden in einem DataFrame strukturiert. Aus yfinance und Alpaca können die Daten in verschiedenen Intervallen abgerufen werden. Für die Analyse

werden die Intervalle von einer Stunde und einem Tag verwendet, wobei eine einzelne Kerze entweder den gesamten Handelstag oder eine komplette Handelsstunde repräsentiert.

| Date | Open | High | Low | Close | Volume |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------------|
| 01.08.2024 | 224,4 | 224,5 | 217,0 | 218,4 | 62.501.000 |
| 02.08.2024 | 219,1 | 225,6 | 217,7 | 219,9 | 105.568.600 |
| 05.08.2024 | 199,1 | 213,5 | 196,0 | 209,3 | 119.548.600 |
| 06.08.2024 | 205,3 | 210,0 | 201,1 | 207,2 | 69.660.500 |
| 07.08.2024 | 206,9 | 213,6 | 206,4 | 209,8 | 63.516.400 |
| 08.08.2024 | 213,1 | 214,2 | 208,8 | 213,3 | 47.161.100 |
| 09.08.2024 | 212,1 | 216,8 | 212,0 | 216,2 | 42.201.600 |
| 12.08.2024 | 216,1 | 219,5 | 215,6 | 217,5 | 38.028.100 |
| 13.08.2024 | 219,0 | 221,9 | 219,0 | 221,3 | 44.155.300 |
| 14.08.2024 | 220,6 | 223,0 | 219,7 | 221,7 | 41.960.600 |
| 15.08.2024 | 224,6 | 225,4 | 222,8 | 224,7 | 46.414.000 |
| 16.08.2024 | 223,9 | 226,8 | 223,6 | 226,1 | 44.340.200 |
| 19.08.2024 | 225,7 | 226,0 | 223,0 | 225,9 | 40.687.800 |
| 20.08.2024 | 225,8 | 227,2 | 225,4 | 226,5 | 30.299.000 |
| 21.08.2024 | 226,5 | 228,0 | 225,1 | 226,4 | 34.765.500 |
| 22.08.2024 | 227,8 | 228,3 | 223,9 | 224,5 | 43.695.300 |
| 23.08.2024 | 225,7 | 228,2 | 224,3 | 226,8 | 38.677.300 |
| 26.08.2024 | 226,8 | 227,3 | 223,9 | 227,2 | 30.602.200 |
| 27.08.2024 | 226,0 | 228,9 | 224,9 | 228,0 | 35.934.600 |
| 28.08.2024 | 227,9 | 229,9 | 225,7 | 226,5 | 38.052.200 |
| 29.08.2024 | 230,1 | 232,9 | 228,9 | 229,8 | 51.906.300 |

Abbildung 4: Historische Kursdaten eines ausgewählten Tickers in 1Day Interval

4.3 Auswahl der Testdaten und Zeitraum

Der Testzeitraum umfasst den 01.01.2024 bis 31.10.2024 und deckt verschiedene Marktphasen wie bullische, bärische und volatile Entwicklungen ab. Das Handelsbot wird innerhalb dieses Zeitraums analysiert, was die Anpassungsfähigkeit und Stabilität der Ansätze deutlich macht. Die Wahl eines nahezu vollständigen Jahres zeigt mögliche Schwächen der Strategien auf und eröffnete gleichzeitig Chancen für zukünftige Verbesserungen.

5. Handelsbot und seine Umsetzung

5.1 Definition der Indikatoren und Implementierung der Handelsstrategien

5.1.1. Definition der Indikatoren

- **Exponential Moving Average (EMA):**

Der EMA ist ein gleitender Durchschnitt, der den aktuellsten Kursen mehr Gewicht beimisst. Dadurch reagiert er sensibler auf Kursänderungen als der einfache gleitende Durchschnitt (SMA). Häufig dient er der Erkennung von Trendumkehrungen und Momentumänderungen. Besonders bedeutend sind dabei Kreuzungen von EMAs mit unterschiedlichen Zeiträumen, wie EMA9 und EMA21, da diese auf mögliche Handelschancen hinweisen, wenn der kürzere EMA den längeren überschreitet.³⁸



Abbildung 5: Bullisches Crossover: Signal für einen Aufwärtstrend durch den gleitenden Durchschnitt

- **Bollinger-Bänder:**³⁹

Die Bollinger-Bänder bestehen aus drei Elementen:

Mittleres Band (Mittelband):

Das Mittelband ist ein einfacher gleitender Durchschnitt (SMA), der über eine bestimmte Anzahl von Perioden berechnet wird (z. B. 20 Perioden). Es repräsentiert den Durchschnittspreis über diesen Zeitraum und dient als zentrale Referenzlinie.

³⁸ Practical Trend Analysis: Applying Signals and Indicators to Improve Trade Timing, 2019, S. 251

³⁹ Practical Trend Analysis: Applying Signals and Indicators to Improve Trade Timing, 2019, S. 93

Oberes Band:

Das obere Band liegt zwei Standardabweichungen über dem Mittelband. Die Standardabweichung misst die Volatilität des Marktes, also wie stark die Kurse vom Mittelwert abweichen. Wenn der Kurs das obere Band erreicht oder überschreitet, deutet dies oft auf eine überkaufte Marktsituation hin, bei der die Kurse möglicherweise kurzfristig zu hoch bewertet sind. Dies kann ein Signal für eine bevorstehende Korrektur sein.

Unteres Band:

Das untere Band liegt zwei Standardabweichungen unter dem Mittelband. Wird das untere Band erreicht oder unterschritten, zeigt dies oft eine überverkaufte Marktsituation an, bei der die Kurse möglicherweise zu niedrig bewertet sind. Dies könnte auf eine bevorstehende Erholung hindeuten.



Abbildung 6: Anwendung von Bollinger-Bändern zur Identifikation von Überverkauft- und Überkauft-Bereichen

5.1.2. Implementierung der Strategien

- **Momentum-Strategie basierend auf EMA-Kreuzungen (KI-basiert):**

Die Strategie basiert auf dem EMA, der Veränderungen im Momentum erkennbar macht. Ein steigendes Momentum zeigt sich durch die Kreuzung des EMA9 über den EMA21. Die Berechnung der EMAs, darunter EMA9, EMA21, erfolgt mithilfe der ewm()-Funktion. Die Analyse dieser Kreuzungen generiert Handelssignale. Gleichzeitig wirken Volumen- und Preiskriterien als Filter, die irrelevante Trades ausschließen und so die Präzision der Ergebnisse steigern.

- **Breakout-Strategie:**

Die Strategie fokussiert sich auf Kursausbrüche über historische Widerstandsniveaus (All time high). Ein Breakout wird durch den Schlusskurs über dem definierten Widerstand und früheren Hochs bestätigt. Die Berechnung der Differenz zwischen Schlusskurs und Widerstandsniveau dient der Bewertung der Signifikanz. Zusätzlich fließen Volumen- und Preiskriterien ein, die als Filter agieren und irrelevante Signale eliminieren. Handelsentscheidungen basieren auf einer Kombination aus Preisbewegungen und Volumenvergleichen.

- **Bollinger-Bänder-Strategie:**

Diese Strategie arbeitet mit Bollinger-Bändern und erkennt überkaufte oder überverkaufte Marktbedingungen. Kursbewegungen, die den unteren Bandbereich erreichen und danach in die Bänder zurückkehren, weisen auf potenzielle Kaufgelegenheiten hin. Die Bollinger-Bänder entstehen aus einem gleitenden Durchschnitt sowie einer Standardabweichung, welche die Bänder festlegen. Ergänzend tragen Filter wie Volumen und Preisniveau zur Erhöhung der bullischen Handelssignale.

5.2 Risikomanagement und Parametereinstellungen

Bei der Analyse und Implementierung erhalten die drei Handelsstrategien jeweils drei verschiedene Risiko-Rendite-Verhältnisse (RR), die definiert und getestet werden. Der Fokus liegt auf der Bewertung der Anpassungsfähigkeit und Effektivität der Strategien unter unterschiedlichen Risikoprofilen.

Für jede Strategie werden die folgenden drei Konfigurationen umgesetzt:

- Ein RR von 2:1 mit einem Stop-Loss von 1 % und einem Take-Profit von 2 %. Diese Einstellung zielt auf eine hohe Gewinnchance bei moderatem Risiko.
- Ein RR von 1,87 mit einem Stop-Loss von 0,80 % und einem Take-Profit von 1,5 %. Diese Variante legt den Fokus auf ein geringeres Risiko bei einer stabilen Gewinnwahrscheinlichkeit.
- Ein RR von 2 mit einem Stop-Loss von 0,88 % und einem Take-Profit von 1,75 %. Diese Konfiguration bietet ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Risiko und Rendite.

Die Implementierung dieser Parameter für jede der drei Strategien ermöglicht eine detaillierte Untersuchung ihrer Leistung und Effizienz. Durch den systematischen Vergleich können die optimalen Einstellungen für jede Strategie identifiziert werden, was eine Grundlage für zukünftige Optimierungen und Anpassungen bietet.

5.3 Benutzeroberfläche (GUI)

Die Benutzeroberfläche wird entwickelt, damit die Handelsbots einfacher verwaltet und gesteuert werden können. Mithilfe von Tkinter, einer grafischen Bibliothek in Python,

entstand eine Anwendung, die das Starten, Pausieren und Überwachen verschiedener Handelsstrategien ermöglicht.

Über Schaltflächen lassen sich der Hauptbot, der Daily All-Time High-code und der Hourly Resistance-code aktivieren oder stoppen. Statusanzeigen geben dem Nutzer einen Überblick über den Zustand der jeweiligen Prozesse. Zusätzlich wird eine Überwachungsfunktion integriert, die beendete Prozesse erkennt und diesen Zustand sichtbar macht.

Die Gestaltung der Benutzeroberfläche ermöglicht eine verbesserte Organisation der Bot-Verwaltung. Die Steuerung der Handelsaktivitäten erfolgt zentral und übersichtlich. Die Arbeitsweise der Handelsbots wird klar abgebildet, was eine intuitive Bedienung unterstützt.



Abbildung 7: Benutzeroberfläche des Trading Bot Controllers zur Steuerung der Handelsaktivitäten

5.4 Verbindung und Nutzung der Alpaca-API für Echtzeitdaten und Orderausführung.

Die Verbindung mit der Alpaca-API bietet Zugriff auf Echtzeitdaten und ermöglicht die Ausführung automatisierter Handelsstrategien. Über die API erfolgt der Abruf aktueller Marktdaten, die bei der Analyse und Bewertung von Handelsstrategien verwendet werden. Die Implementierung umfasst Funktionen wie das Überprüfen von Widerstandslevels, das Platzieren von Kauf- und Verkauforders (Stop-Loss- und Take-Profit). Der Bot bleibt nur während der Marktöffnung aktiv und führt in dieser Phase seine Aufgaben aus. Die Flexibilität

wird durch den Handel mit Bruchteilen von Aktien und die automatische Verwaltung von Orders erhöht. Zusätzlich erfolgt eine präzise Überwachung offener Orders oder Positionen, die bei Bedarf erneuert oder storniert werden. Diese Integration schafft eine robuste Grundlage für ein effizientes und präzises Handelsbot.

Die folgenden Abbildung veranschaulicht die praktische Umsetzung einer Orderausführung mit der Alpaca-API. Dabei wurde ein Kauf von 248 Aktien des Tickers AXS zum Marktpreis von 93,94 USD durchgeführt. Gleichzeitig erfolgte die Platzierung einer Stop-Loss-Order bei 93,11 USD und einer Take-Profit-Order bei 95,58 USD. Die API wickelt diese Prozesse automatisiert und effizient ab. Der Status der Orders zeigt, dass die "Market BUY"-Order bereits abgeschlossen ist, während die "Limit SELL"- und "Stop limit SELL"-Orders weiterhin offen stehen. Dies betont die Präzision und Anpassungsfähigkeit, die durch den Einsatz der Alpaca-API im automatisierten Handel erreicht werden.

```
Kaufe Ticker AXS, Diff Percent: 0.37%, Schlusskurs: 93.98
Kauf marktpreis bei 93.94
Take profit: 95.58
stop loss: 93.11
Warte auf Ausführung der Kauforder für AXS...
SL/TP Order für AXS erstellt: SL bei 93.11, TP bei 95.58.
```

Abbildung 8: Protokoll der Kauforder und der Erstellung von Stop-Loss- und Take-Profit-Levels für den Ticker AXS

| Symbol | Type | Qty | Average Cost | Amount | Status |
|------------|---------------------------|-----|--------------|-------------|--------|
| <u>AXS</u> | Limit SELL @ \$95.58 | - | - | - | New |
| <u>AXS</u> | Stop limit SELL @ \$93.11 | - | - | - | Held |
| <u>AXS</u> | Market BUY | 248 | \$94.04 | \$23,321.92 | Filled |

Abbildung 9: Übersicht der ausgeführten Orders für den Ticker AXS in der Alpaca-Plattform

5.5 Herausforderungen bei der Umsetzung

Die Umsetzung des Backtestings und der Handelsbots stößt auf mehrere Herausforderungen. Eine zentrale Schwierigkeit ergibt sich aus der Nutzung der Yfinance-API. Wiederholte Datenabfragen führen häufig zu einer Überlastung der API, was Unterbrechungen im Code verursacht. Zur Lösung dieses Problems wird eine zeitgesteuerte Pause integriert, die nach Erreichen des Abfragelimits automatisch aktiviert wird. Dies ermöglichte eine schrittweise Fortsetzung der Datenabfragen, führt jedoch zu einer spürbaren Verlängerung der Gesamtverarbeitungszeit.

Ein weiteres Hindernis zeigt sich bei der Verwendung der Alpaca-API, da diese nur Daten für den Handel mit amerikanischen Aktien bereitstellt. Diese Einschränkung führt dazu, dass die Breakout-Strategie, die auf strikte Kriterien für Kursanstiege ausgelegt ist, nur wenige Signale generiert. Die Kombination aus den spezifischen Anforderungen der Strategie und den begrenzten Datenquellen reduziert die Anzahl potenzieller Handelsmöglichkeiten erheblich. Diese Herausforderungen zeigen, dass alternative Datenquellen angewendet werden sollten.

6. Analyse der Ergebnisse

Dieser Abschnitt untersucht die Ergebnisse der implementierten Handelsstrategien und analysiert sie anhand der Kennzahlen wie Gesamtrendite, Erfolgsquote sowie dem Verhältnis zwischen Gewinn- und Verlust-Trades. Zusätzlich erfolgt ein Vergleich der Strategieergebnisse mit marktüblichen Benchmarks wie dem S&P 500 und dem Nasdaq-Index. Hier werden die Effektivität und Stabilität des Handelsbots bewertet. Berücksichtigt werden dabei ebenfalls die Auswirkungen verschiedener Risiko-Rendite-Verhältnisse auf die Kapitalentwicklung sowie die Verteilung und Häufigkeit von Handelszielen, einschließlich Gewinn-, Verlust- und Haltezeit-Trades.

Nach der Umsetzung des Handelsbots im Backtesting werden diese Dateien erstellt, die die Kapitalentwicklung für unterschiedliche Strategien und Risiko-Rendite-Verhältnisse dokumentieren. Jede Datei liefert detaillierte Einblicke in die Performance des Bots, wobei die Inhalte jeweils auf die spezifischen Eigenschaften der angewandten Strategie abgestimmt sind.

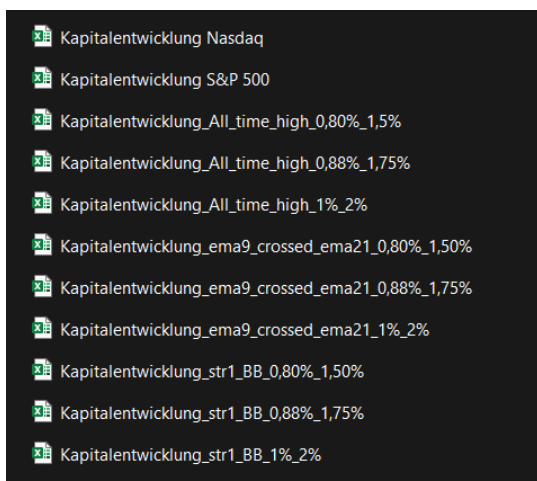


Abbildung 10: Kapitalentwicklungsdateien für Strategien und Risiko-Rendite-Profile

Die folgende Tabelle verfügt über eine umfassende Übersicht über die Handelsaktivitäten des Bots während des definierten Testzeitraums. Für jeden Trade werden relevante Informationen wie der Ticker, der Kauf- und Verkaufszeitpunkt, der Kauf- und Verkaufspreis sowie das Ergebnis (Take-Profit, Stop-Loss oder Haltezeit) dokumentiert. Dadurch lassen sich die Entscheidungen und Ergebnisse des Bots nachvollziehen und analysieren. die Kapitalentwicklung wird nach jedem

Trade angegeben. Diese zeigt das investierte Kapital, das Kapital vor Abzug der Gebühren sowie das verbleibende Kapital nach Berücksichtigung der Handelskosten.

| Ticker | Kaufzeitpunkt | Kaufpreis | Verkaufszeitpunkt | Verkaufspreis | Ergebnis | Investiertes | Kapital vor Gebühr | Menge | Gebühren | Kapital nach |
|--------|---------------------|-----------|---------------------|---------------|-------------|--------------|--------------------|-------|----------|--------------|
| RCMT | 2024-01-04 17:30:00 | 31,63 | 2024-01-04 18:30:00 | 31,38 | Stop-Loss | 10000,0 | 9920,04 | 316 | 3,16 | 9916,9 |
| COR | 2024-01-11 20:30:00 | 218,63 | 2024-01-16 15:30:00 | 219,14 | Haltezeit | 9916,9 | 9943,21 | 45 | 2 | 9938,0 |
| VRTX | 2024-01-16 17:30:00 | 436,68 | 2024-01-17 19:30:00 | 433,19 | Stop-Loss | 9938,0 | 9866,36 | 22 | 2 | 9859,2 |
| FTAI | 2024-01-18 16:30:00 | 49,28 | 2024-01-18 16:30:00 | 48,89 | Stop-Loss | 9859,2 | 9787,51 | 200 | 2 | 9778,4 |
| MOD | 2024-01-19 18:30:00 | 65,22 | 2024-01-19 21:30:00 | 66,20 | Take-Profit | 9778,4 | 9934,27 | 150 | 2 | 9923,1 |
| VRTX | 2024-01-22 16:30:00 | 442,56 | 2024-01-23 15:30:00 | 439,02 | Stop-Loss | 9923,1 | 9856,38 | 22 | 2 | 9843,3 |
| MOD | 2024-01-23 16:30:00 | 68,31 | 2024-01-23 16:30:00 | 67,76 | Stop-Loss | 9843,3 | 9777,68 | 144 | 2 | 9762,7 |
| WCN | 2024-01-24 16:30:00 | 154,17 | 2024-01-24 19:30:00 | 152,94 | Stop-Loss | 9762,7 | 9699,98 | 63 | 2 | 9683,1 |
| EXP | 2024-01-25 17:30:00 | 211,54 | 2024-01-26 15:30:00 | 214,71 | Take-Profit | 9683,1 | 9842,77 | 45 | 2 | 9823,6 |
| PSX | 2024-01-30 18:30:00 | 140,67 | 2024-01-31 15:30:00 | 142,78 | Take-Profit | 9823,6 | 9988,36 | 69 | 2 | 9966,9 |
| AMGN | 2024-02-01 16:30:00 | 316,49 | 2024-02-01 17:30:00 | 321,24 | Take-Profit | 9966,9 | 10135,53 | 31 | 2 | 10111,8 |
| KKR | 2024-02-01 20:30:00 | 87,75 | 2024-02-02 15:30:00 | 89,07 | Take-Profit | 10111,8 | 10286,91 | 115 | 2 | 10260,8 |
| FTAI | 2024-02-02 16:30:00 | 55,66 | 2024-02-05 15:30:00 | 55,21 | Stop-Loss | 10260,8 | 10204,98 | 184 | 2 | 10177,1 |
| TDG | 2024-02-05 19:30:00 | 1132,32 | 2024-02-07 15:30:00 | 1149,30 | Take-Profit | 10177,1 | 10357,84 | 9 | 2 | 10327,5 |
| NSSC | 2024-02-07 16:30:00 | 43,63 | 2024-02-07 20:30:00 | 43,28 | Stop-Loss | 10327,5 | 10275,12 | 237 | 2,37 | 10242,7 |
| POST | 2024-02-08 16:30:00 | 105,37 | 2024-02-12 15:30:00 | 104,53 | Stop-Loss | 10242,7 | 10193,35 | 97 | 2 | 10159,2 |
| EXP | 2024-02-12 16:30:00 | 245,64 | 2024-02-13 15:30:00 | 243,67 | Stop-Loss | 10159,2 | 10112,78 | 41 | 2 | 10076,9 |
| ANF | 2024-02-13 17:30:00 | 115,99 | 2024-02-13 17:30:00 | 115,06 | Stop-Loss | 10076,9 | 10032,05 | 87 | 2 | 9994,4 |
| USFD | 2024-02-16 16:30:00 | 49,42 | 2024-02-20 15:30:00 | 50,16 | Take-Profit | 9994,4 | 10182,52 | 203 | 2,03 | 10142,3 |

Abbildung 11: Übersicht der Handelsaktivitäten mit Kapitalentwicklung und Ergebniskategorisierung

Die Gebührenberechnung basiert auf den Orderausführungsgebühren von Interactive Brokers, die bei 0,005 USD pro Aktie liegen, jedoch durch eine Mindestgebühr von 1 USD und eine maximale Gebühr von 1 % des Ordervolumens begrenzt werden.

In einem Beispiel beträgt das Ordervolumen auf 10000 USD, berechnet aus 316 gehandelten Aktien zu einem Stückpreis von 31,63 USD. Die Gebühren für diese 316 Aktien betragen 1,58 USD ($316 \times 0,005$). Dieser Betrag liegt über der Mindestgebühr von 1 USD, bleibt jedoch unter der maximalen Gebühr von 100 USD (1 % des Ordervolumens), sodass die tatsächliche Gebühr auf 1,58 USD festgesetzt wird. Da sowohl beim Kauf als auch beim Verkauf der Aktien Gebühren anfallen, verdoppeln sich diese Kosten auf insgesamt **3,16 USD** ($1,58 \times 2$). Diese Berechnung verdeutlicht die transparente und nachvollziehbare Anwendung der Gebührenstruktur.

6.1 Gewinn-Verlust-Verhältnis

Die Analyse des Kreisdiagrammes zeigt, wie erfolgreich oder verlustreich die durchgeführten Trades der jeweiligen Handelsstrategie abschneiden. Die Untersuchung betrachtet die

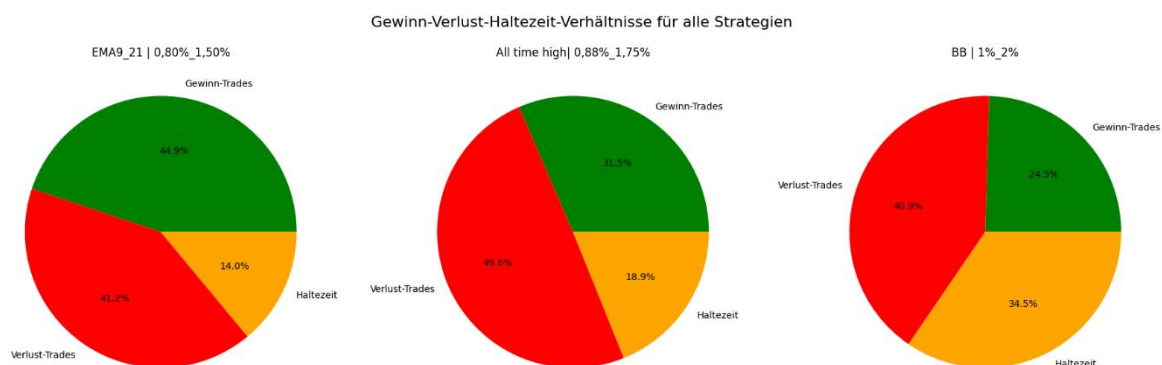


Abbildung 12: Gewinn-, Verlust- und Haltezeit-Verteilung aller 3 Strategien

Verteilung der Ergebnisse und liefert wesentliche Erkenntnisse über die Wirksamkeit der Strategien. Stärken oder Schwächen im Handelsverhalten werden hier klarer erkennbar.

Die Analyse der Gewinn-Verlust-Verhältnisse zeigt bemerkenswerte Unterschiede zwischen den Strategien. Bei der Bollinger-Bänder-Strategie fällt der hohe Anteil an Haltezeiten auf, was darauf hindeutet, dass der Markt in diesen Fällen weniger volatil ist und sich die Kurse nach einem Anstiegssignal häufig seitwärts bewegen. Im Gegensatz dazu weist die EMA9_21-Strategie eine ziemlich höhere Anzahl an Gewinn-Trades im Vergleich zu Verlust-Trades auf, was auf eine effektivere Identifikation von Trendbewegungen und Momentum hindeutet. Die Ergebnisse verdeutlichen, wie unterschiedliche Strategien von der Marktdynamik beeinflusst werden und welche Signale besonders erfolgreich umgesetzt wurden.

6.2 Kapitalentwicklung nach Risikoprofilen

In diesem Abschnitt steht die Kapitalentwicklung der verschiedenen Strategien unter Berücksichtigung spezifischer Risikoprofile im Mittelpunkt. Es wird analysiert, welche Auswirkungen unterschiedliche Risiko-Rendite-Verhältnisse auf die Gesamtperformance des Handelsbots hatten. Diese Analyse liefert wertvolle Einblicke in die Effizienz der Ansätze und erlaubt eine Bewertung ihrer praktischen Umsetzbarkeit unter realen Marktgegebenheiten.

1. Strategie: All Time High

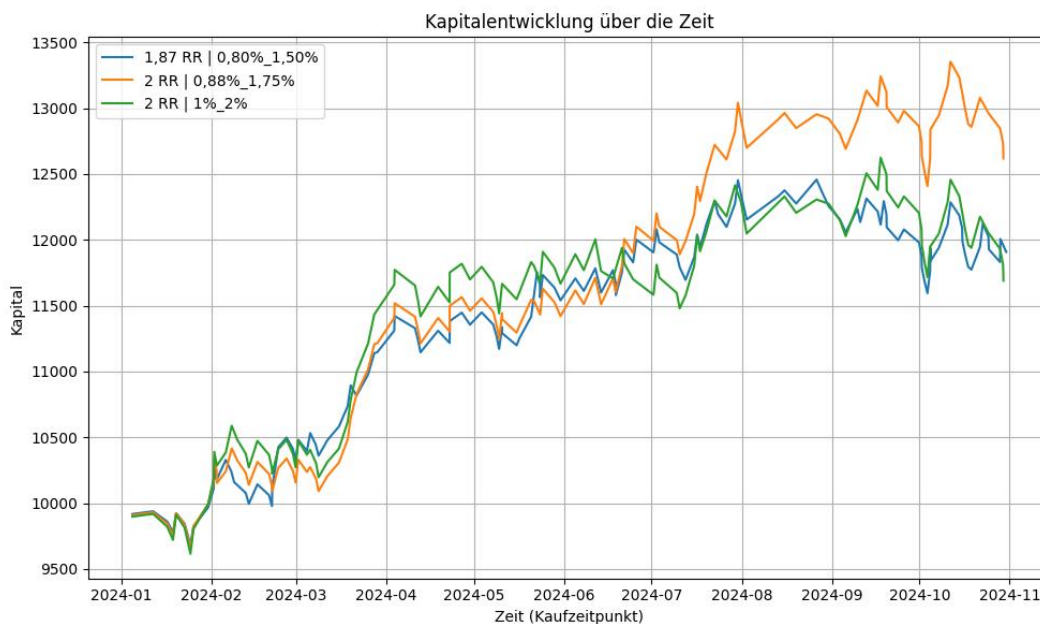


Abbildung 13: Kapitalentwicklung der All-Time-High-Strategie nach Risikoprofilen

Das Diagramm zeigt, dass sich alle drei Risiko-Profile hinsichtlich ihrer Kapitalentwicklung über den betrachteten Zeitraum relativ ähnlich verhalten. Eine bemerkenswerte Ausnahme bildet das Profil mit dem Take-Profit von von 1,75%, das im Vergleich zu den anderen Profilen eine ziemlich höhere Kapitalentwicklung aufweist. Diese Abweichung könnte auf eine höhere

Effektivität der Strategie unter bestimmten Marktbedingungen hinweisen, die mit diesem spezifischen Profil einhergehen.

2. Strategie: Böllinger Bänder

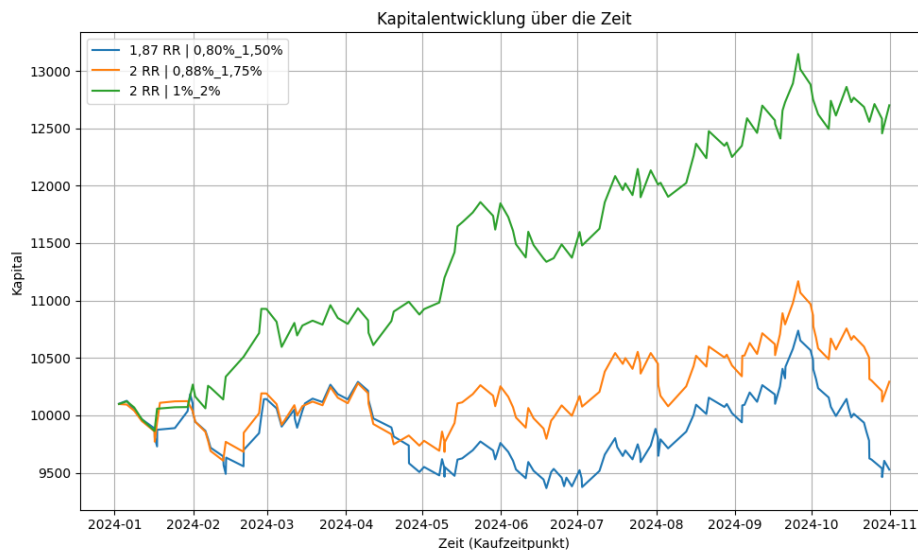


Abbildung 14: Kapitalentwicklung der Böllinger-Bänder-Strategie nach Risikoprofilen

Die Analyse der Bollinger-Bänder-Strategie unter verschiedenen Risikoprofilen offenbart klare Unterschiede in der Performance. Insbesondere das Profil mit einem Risiko-Rendite-Verhältnis von 1 %:2 % (grüne Linie) zeigt eine überlegene Kapitalentwicklung im Vergleich zu den anderen Profilen. Es überzeugt durch eine kontinuierliche und stabile Zunahme des Kapitals über den gesamten Testzeitraum hinweg. Diese Ergebnisse unterstreichen, wie entscheidend die Wahl eines passenden Risiko-Rendite-Verhältnisses für den Erfolg der Bollinger-Bänder-Strategie ist, wobei das Verhältnis von 1 %:2 % in diesem Fall die besten Ergebnisse erzielt.

1. Strategie: ema9_21

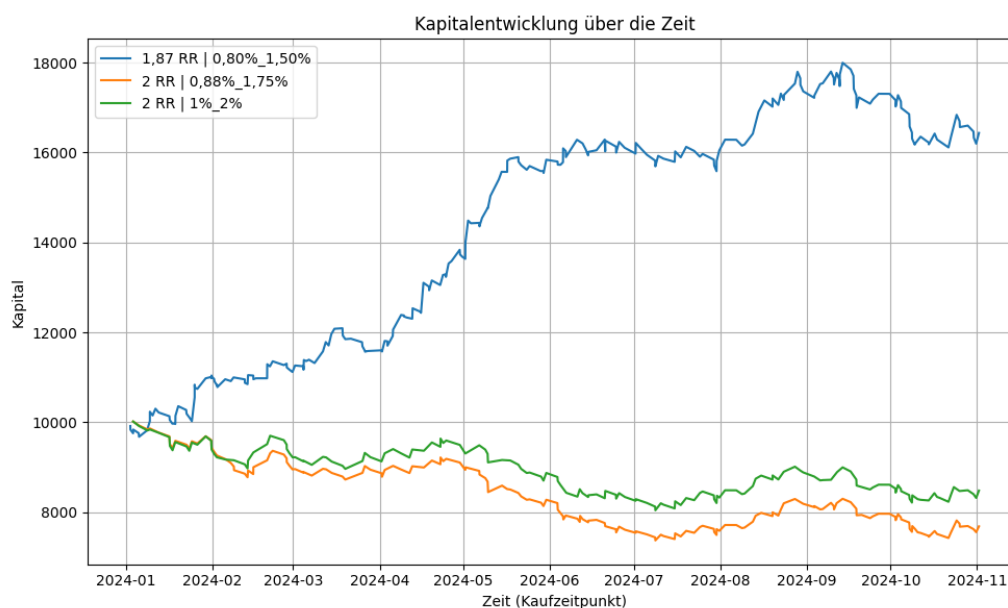


Abbildung 15: Kapitalentwicklung der Ema9-21-Strategie nach Risikoprofilen

Und die Grafik von Ema9-21-Strategie zeigt, dass das Profil mit einem Risiko-Rendite-Verhältnis (RR) von 1,87 bei 0,80 % - 1,50 % eine klare Outperformance gegenüber den anderen Profilen erzielt. Das Kapital zeigt eine kontinuierliche Wachstumsdynamik und erreicht am Ende des Testzeitraums ein signifikant höheres Niveau.

Es wird erkennbar, dass das gewählte Risikoprofil maßgeblich die Strategieergebnisse beeinflusst. Bereits kleine Anpassungen des Risiko-Rendite-Verhältnisses können die Effizienz und Profitabilität einer Strategie erheblich erhöhen. Dies verdeutlicht, dass nicht nur die Wahl der Strategie selbst von wichtiger Bedeutung ist, sondern auch die Kombination mit unterschiedlichen Risikoprofilen. Die Betrachtung und Optimierung verschiedener Risikoeinstellungen kann das volle Potenzial einer Handelsstrategie ausschöpfen.

6.3 Performanceanalyse basierend auf den besten Risikoprofilen jeder Strategie

Nun analysiert das folgende Diagramm die Performance aller 3 Handelsstrategien unter Berücksichtigung ihres optimalen Risiko-Rendite-Profiles. Es zeigt, welche Kombination aus Strategie und Risikoprofil das stärkste Kapitalwachstum erzielt.

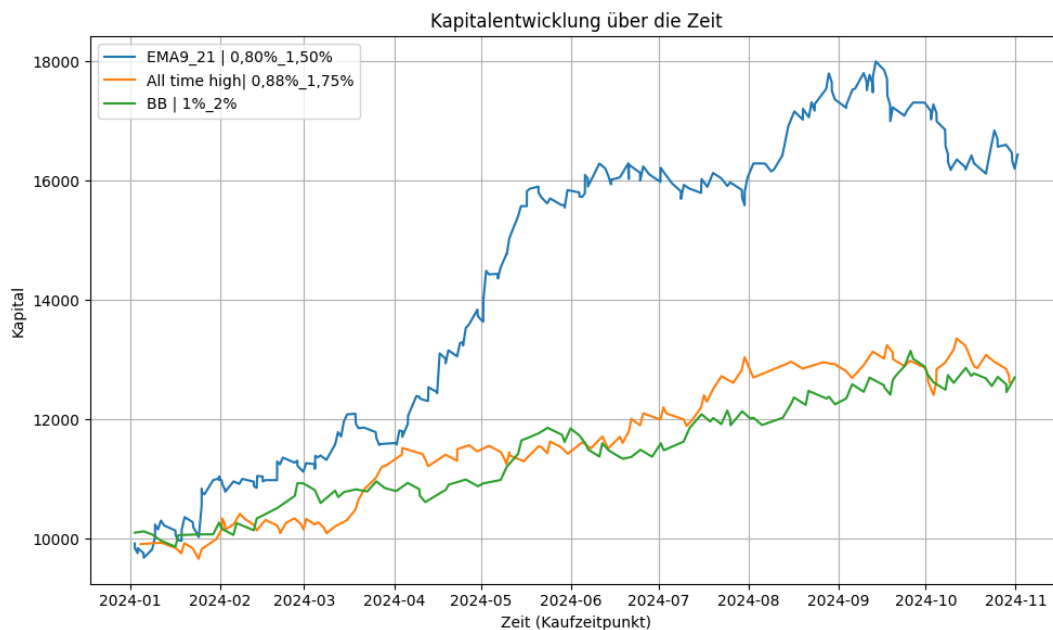


Abbildung 16: Kapitalentwicklung der Handelsstrategien basierend auf optimalen Risiko-Rendite-Profilen

Die Analyse zeigt, dass die EMA9_21-Strategie mit einem Risiko-Rendite-Verhältnis von 1,87 (bei einer Schwelle von 0,80% – 1,50%) die höchste Kapitalsteigerung erzielt. Dieses Ergebnis verdeutlicht, dass die EMA9_21-Strategie, bei der Handelssignale durch die Aufwärtskreuzung von EMA9 und EMA21 generiert werden, eine leistungsstarke Strategie

darstellt. Der Erfolg dieser Strategie hängt jedoch maßgeblich von der Wahl eines geeigneten Risiko-Rendite-Verhältnisses ab.

6.4 Vergleich mit Marktindizes

Jetzt erfolgt eine Analyse der Performance der EMA9_21-Strategie mit einem Risiko-Rendite-Verhältnis von 1,87 (bei einer Schwelle von 0,80 % – 1,50 %) im Vergleich zu den Marktindizes S&P 500 und Nasdaq. Der Vergleich untersucht, ob die Handelsstrategie des Bots einen höheren Nutzen bietet oder ob eine einfache Investition in breit gestreute Indizes eine effektivere Alternative darstellt.

Die Wahl dieser beiden Indizes basiert auf der Tatsache, dass die analysierten Aktien an der NYSE und der Nasdaq-Börse gehandelt werden, weshalb diese Benchmarks repräsentative

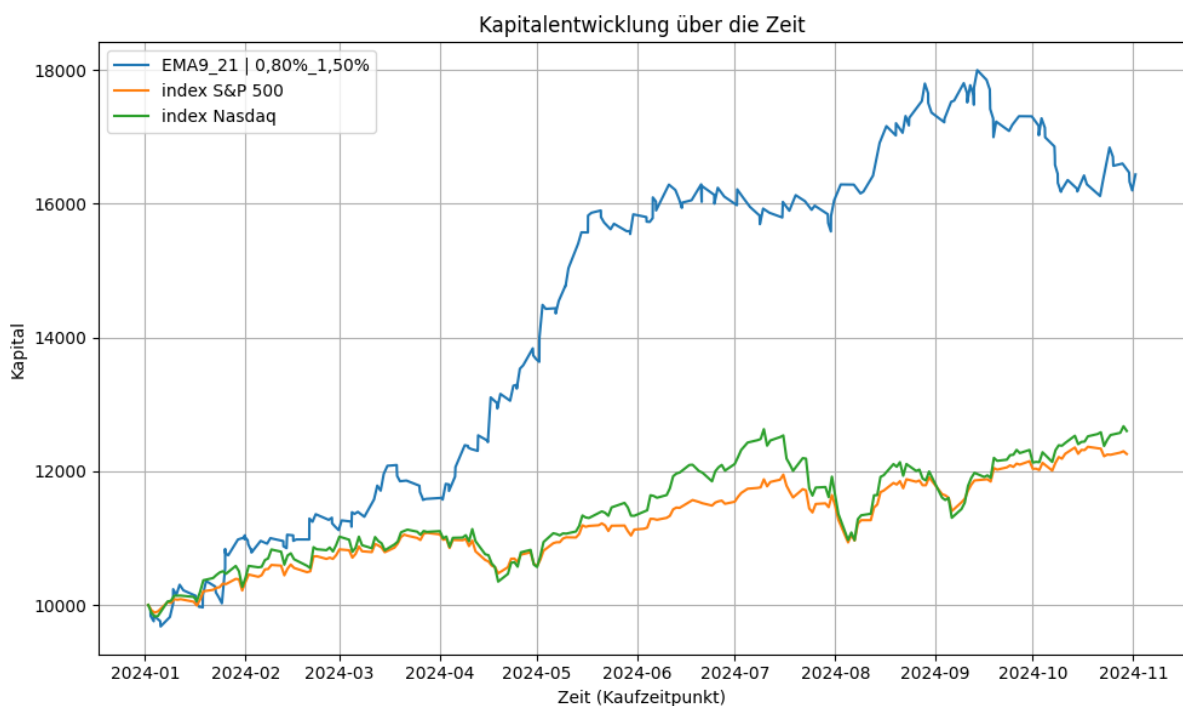


Abbildung 17: Kapitalentwicklung der EMA9_21-Strategie im Vergleich zu S&P 500 und Nasdaq

Maßstäbe für den Vergleich darstellen. Auf diese Weise wird untersucht, wie profitabel der Handelsbot ist und ob die Anwendung des Handelsbots in Daytrading-Strategien langfristig Vorteile gegenüber passiven Investitionen in Indexfonds bieten.

Die Grafik zeigt deutlich, dass die EMA9_21-Strategie mit ihrem optimalen Risikoprofil eine signifikant höhere Kapitalentwicklung erreicht als die beiden Marktindizes. Während die Indizes eine stabile, aber moderat steigende Kapitalentwicklung aufweisen, zeigt die Strategie des Bots eine dynamischere Wachstumsrate, was auf eine starke Effektivität der Strategie hinweist.

6.5 Erfolgsquote und Gesamtrendite

Die Analyse der Erfolgsquote und Gesamtrendite erlaubt eine differenzierte Bewertung der getesteten Strategien im Vergleich zu den Marktindizes. In der Tabelle stehen die Ergebnisse im Fokus, die sowohl die Erfolgsquote als auch die erzielten Gesamtrenditen darstellen.

| | Gesamtrendite | Gewinn-Trades | Verlust-Trades | Erfolgsquote |
|------------------------------------|---------------|---------------|----------------|--------------|
| EMA9_21 0,80%_1,50% | 64,37% | 61 | 56 | 52% |
| All time high 0,88%_1,75% | 26,18% | 40 | 63 | 39% |
| BB 1%_2% | 27,00% | 27 | 45 | 38% |
| Nasdaq | 26,02% | | | |
| S&P 500 | 18,42% | | | |

Abbildung 18: Vergleich der Erfolgsquote und Gesamtrendite der Handelsstrategien und Marktindizes

Das Ergebnis zeigt, dass die Erfolgsquote der Trades bei der EMA9_21-Strategie mit einem Risiko-Rendite-Profil von 0,80 % - 1,50 % ziemlich hoch ist. Dies resultiert in einer profitablen Gesamtrendite von 64,37 %, was die überlegene Effektivität dieser Strategie im Vergleich zu anderen Strategien sowie den Marktindizes eindrucksvoll unterstreicht.

7. Diskussion und Ausblick

7.1 Ergebnisse der Handelsstrategien

Die Untersuchung der Handelsstrategien verdeutlicht eindrucksvoll, wie wesentlich die richtige Kombination aus Strategie und Risiko-Rendite-Verhältnis für den Erfolg eines Handelsbots ist. Insbesondere die EMA9_21-Strategie hat sich als äußerst effektiv erwiesen. Mit einem Risiko-Rendite-Verhältnis von 1,87 und einer Schwelle zwischen 0,80 % und 1,50 % erzielte sie die überzeugendsten Ergebnisse. Bemerkenswert ist, dass diese Strategie nicht nur die anderen getesteten Ansätze übertraf, sondern sich auch gegenüber marktführenden Indizes wie dem S&P 500 und Nasdaq behaupten konnte. Besonders auffällig war die stetige Wachstumsdynamik während des gesamten Testzeitraums.

7.2 Leistung des Handelsbots:

Der Handelsbot hat während des Testzeitraums eine beeindruckende Leistung gezeigt, insbesondere durch die Implementierung der EMA9_21-Strategie. Diese Strategie, kombiniert mit einem Risiko-Rendite-Verhältnis von 1,87 (bei einer Schwelle von 0,80 % – 1,50 %), erreichte die höchste Kapitalsteigerung im Vergleich zu den anderen getesteten Ansätzen. Die stabile und kontinuierliche Kapitalentwicklung dieser Strategie unterstreicht ihre Effektivität in unterschiedlichsten Marktbedingungen.

Mit der Berücksichtigung von Orderausführungsgebühren zeigt die Implementierung des Handelsbots, dass sie die Realität des Markthandels genau abbildet. Die realitätsnahe Simulation ermöglicht eine präzisere Einschätzung der tatsächlichen Profitabilität der Strategien. Sie bildet eine solide Basis für den möglichen Einsatz in Live-Märkten und unterstützt die Entscheidungsfindung durch praxisnahe Ergebnisse.

Diese Verbindung durch die Integration von API ermöglichte den Zugriff auf Echtzeitdaten und die präzise Ausführung von Kauf- und Verkauforders, einschließlich Stop-Loss- und Take-Profit-Mechanismen. Die erfolgreiche Durchführung der Orders, wie in den Ergebnissen ersichtlich, zeigt, dass der Handelsbot in der Lage ist, automatisierte Strategien effizient in einer realen Handelsumgebung umzusetzen.

Die Kombination aus Handelsstrategien, realistischer Berücksichtigung von Transaktionsgebühren und der zuverlässigen Integration der API stellt sicher, dass der Handelsbot nicht nur auf theoretischer Ebene überzeugend ist, sondern sich auch in der Praxis bewährt. Die Tests zur Orderausführung über Alpaca verliefen problemlos und bestätigen die Stabilität sowie die praktische Anwendbarkeit des Bots.

7.3 Einsatzmöglichkeiten:

Der Handelsbot zeigt vielversprechende Ansätze für Strategien, die auf klar definierten Indikatoren wie exponentiellen gleitenden Durchschnitten (EMAs) basieren. Diese Indikatoren liefern strukturierte und algorithmisch interpretierbare Signale, die präzise und konsistente Handelsentscheidungen ermöglichen. Die Umsetzung solcher Strategien verdeutlicht die Leistungsfähigkeit des Bots und zeigt, dass quantitative Ansätze in der Praxis wirkungsvoll eingesetzt werden können.

Herausforderungen treten jedoch bei Strategien auf, die auf Preisbewegungen wie All-Time-High- oder Widerstand-Breakout-Strategien basieren. Diese Ansätze erfordern oft eine tiefergehende manuelle Analyse und ein Verständnis für die spezifischen Marktbedingungen, die nicht allein durch Algorithmen abgedeckt werden können. Ohne umfangreiche manuelle Tests und Optimierungen über einen längeren Zeitraum ist die Implementierung solcher Strategien in einem Handelsbot schwierig. Diese Strategien verlangen ein Maß an Flexibilität und subjektivem Urteilsvermögen, das derzeit durch die Automatisierung nur begrenzt abgebildet werden kann.

Zusammenfassend eignet sich der Handelsbot hervorragend für automatisierte Indikator-basierte Ansätze, während komplexere, auf Price Action basierende Strategien zunächst manuell getestet und validiert werden sollten, bevor sie in ein automatisiertes System integriert werden.

7.4 Potenzial für Optimierungen:

Ein bedeutendes Optimierungspotenzial besteht in der Erweiterung der EMA-Strategie durch die Integration zusätzlicher EMAs. Zum Beispiel könnten Kreuzungen von EMA20 mit EMA50 oder EMA50 mit EMA100 zur Erschließung von weiteren Handelsmöglichkeiten implementiert werden. Diese Erweiterung der EMA-Kombinationen kann unter bestimmten Szenarien besonders effektive Ergebnisse liefern.

Zusätzlich könnte die Effizienz der Strategien durch die systematische Erprobung verschiedener Risiko-Rendite-Verhältnisse (RR) gesteigert werden. Durch die Durchführung von variierenden RR-Konfigurationen kann analysiert werden, welche Balance zwischen Risiko und potenzieller Rendite für jede EMA-Kombination die vorteilhaftesten Ergebnisse liefert.

Ein weiteres Potenzial für Optimierungen besteht in der Berücksichtigung relevanter Marktbedingungen und wirtschaftlicher Ereignisse, die signifikante Auswirkungen auf die Kursbewegungen im Aktienmarkt haben können. Ereignisse wie Quartalsberichte zu Umsatz und Gewinn (Earnings & Revenue), der Verbraucherpreisindex (CPI), der Erzeugerpreisindex (PPI) sowie der Bericht über die nicht-landwirtschaftliche Beschäftigung (NFP) beeinflussen die Marktdynamik erheblich und können somit die Effektivität der Handelsstrategien maßgeblich beeinflussen.

Durch die Kombination von technischer Analyse, wie der erweiterten EMA-Kombinationen und Risiko-Rendite-Tests, mit fundamentalen Marktindikatoren wird der Handelsbot robuster. Dieses Vorgehen schafft die Grundlage für nachhaltige Optimierungen und verbessert die Leistung des Bots sowohl in volatilen als auch in stabilen Marktphasen.

7.5 Ausblick

Die Einbindung von Machine-Learning-Technologien könnte einen bedeutenden Fortschritt in der Weiterentwicklung des Handelsbots darstellen. Durch den Einsatz von Machine Learning ließen sich möglicherweise komplexe Muster und Korrelationen in historischen sowie aktuellen Marktdaten erkennen, die mit traditionellen Indikatoren nicht ausreichend erfasst werden. Die Kombination von Machine-Learning-Ansätzen mit den Handelsstrategien wie EMA-Kreuzungen oder Bollinger-Bändern erhöht die Genauigkeit und sorgt für eine größere Anpassungsfähigkeit in unterschiedlichen Marktsituationen. Der Einsatz intelligenter Algorithmen führt außerdem zur Automatisierung der Entscheidungsfindung, was die Effizienz des Bots steigert.

1. LITERATURVERZEICHNIS

- MASTERS, Timothy, 2018. *Testing and Tuning Market Trading Systems: Algorithms in C++* [online]. Berkeley, CA: Apress, Imprint: Apress. ISBN 9781484241738. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-4173-8>
- Bulezyuk, A. (2015). *Algorithmisches Trading: MetaTrader4 | MQL4*. tredition.
- AÏT-SAHALIA, Yacine und Jean JACOD, [2014]. *High-Frequency Financial Econometrics*. Course Book. Princeton, NJ: Princeton University Press. ISBN 9781400850327
- MACKENZIE, Donald, [2021]. *Trading at the Speed of Light: How Ultrafast Algorithms Are Transforming Financial Markets*. Princeton, NJ: Princeton University Press. ISBN 9780691217796
- Flux, J. (2024). *Algorithmischer Aktienhandel: Strategien und Anwendungen mit Python*.
- Roller, Karin. *Trading Für Dummies*, John Wiley & Sons, Incorporated, 2022. ProQuest Ebook Central, <https://ebookcentral.proquest.com/lib/koln/detail.action?docID=6931172>.
- Hilpisch, Y. J. (2020). *Python for Algorithmic Trading: From Idea to Cloud Deployment*. O'Reilly Media.
- Interactive Brokers. (n.d.). **Kommissionen und Gebühren**. Abgerufen am 24.11.2024, von <https://www.interactivebrokers.co.uk/de/pricing/commissions-home.php>
- Alpaca. (n.d.). **Über die Market Data API**. Abgerufen am 25.11.2024, von <https://docs.alpaca.markets/docs/about-market-data-api>
- TradeStation. (n.d.). **Marktdatenpreise**. Abgerufen am 24.11.2024, von <https://www.tradestation.com/pricing/market-data-pricing/>
- Tradier. (n.d.). **Pricing für Einzelpersonen**. Abgerufen am 25.11.2024, von <https://tradier.com/individuals/pricing>
- Interactive Brokers. (n.d.). **IB API Überblick**. Abgerufen am 24.11.2024, von <https://www.interactivebrokers.com/en/trading/ib-api.php>
- Interactive Brokers. (n.d.). **Research, News und Marktdatenpreise**. Abgerufen am 25.11.2024, von <https://www.interactivebrokers.co.uk/de/pricing/research-news-marketdata.php>
- Interactive Brokers. (n.d.). **TWS API Dokumentation**. Abgerufen am 24.11.2024, von <https://ibkrampus.com/campus/ibkr-api-page/twsapi-doc/>
- Interactive Brokers. (n.d.). **FIX API Überblick**. Abgerufen am 25.11.2024, von <https://www.interactivebrokers.com/campus/ibkr-api-page/fix/>
- Investopedia. *Four Big Risks of Algorithmic and High-Frequency Trading*. Abgerufen von <https://www.investopedia.com/articles/markets/012716/four-big-risks-algorithmic-highfrequency-trading.asp>.

- Seven Pillars Institute. Case Studies: High-Frequency Trading. Abgerufen von https://mail.sevenpillarsinstitute.org/case-studies/high-frequency-trading/?trk=article-ssr-frontend-pulse_little-text-block.
- eFlow Global. Regulatory Responses to Algorithmic Trading. Abgerufen von https://eflowglobal.com/regulatory-responses-to-algorithmic-trading/?trk=article-ssr-frontend-pulse_little-text-block.
- Medium. The Ethical Dilemmas of AI-Powered Trading: What You Need to Know. Abgerufen von <https://medium.com/@admarkon/the-ethical-dilemmas-of-ai-powered-trading-what-you-need-to-know-8a6d5103584d>.
- Springer Link. The Ethical Dilemmas of High-Frequency Trading: A Comparative Perspective. Abgerufen von <https://link.springer.com/article/10.1007/s10551-018-3921-3>.
- arXiv.org. A Study on Algorithmic Trading and Market Liquidity. Abgerufen von https://arxiv.org/abs/2401.14761?utm_source.com.
- New York Stock Exchange. NYSE and NYSE MKT Trading Units Daily File. Abgerufen von https://www.nyse.com/publicdocs/nyse/markets/nyse/NYSE_and_NYSE_MKT_Trading_Units_Daily_File.xls.
- Thomsett, Michael C.. *Practical Trend Analysis: Applying Signals and Indicators to Improve Trade Timing, Second Edition*, Berlin, Boston: De Gruyter, 2019. <https://doi.org/10.1515/9781547401086>

2. ANHANG

Aufgrund der Vielzahl an Dateien, die im Rahmen meiner Bachelorarbeit entstanden sind, lässt sich nicht alles direkt im Anhang der Arbeit abbilden. In Abstimmung mit meinem Professor werden diese Dateien in einem eigens dafür erstellten GitHub-Repository bereitgestellt. Das Repository enthält eine übersichtliche Struktur und gliedert sich in folgende Inhalte:

- **Python-Skripte:** Dieser Ordner enthält alle Python-Dateien, die für die Implementierung der Handelsstrategien genutzt wurden, darunter Breakout-Strategien, Bollinger-Bändern und ema9_21 sowie der Trading Bot Controller für die Automatisierung.
- **Excel-Dateien:** Hier sind die Daten enthalten, die zur Backtesting-Analyse und für die Visualisierung der Handelsstrategien genutzt wurden. Diese Dateien liefern die Grundlage für alle relevanten Auswertungen.

Das Repository ist öffentlich zugänglich und dient als ergänzende Quelle zur Bachelorarbeit. Es bietet detaillierte Einblicke in die verwendeten Daten und Methoden.

Link: <https://github.com/iouabi12/Bachelorarbeit.git>

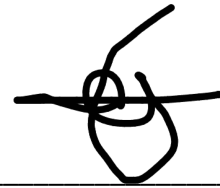
Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne unzulässige Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe.

Die aus anderen Quellen direkt oder indirekt übernommenen Daten und Konzepte sind unter Angabe der Quelle gekennzeichnet. Dies gilt auch für Quellen aus eigenen Arbeiten. Ich versichere, dass ich diese Arbeit oder nicht zitierte Teile daraus vorher nicht in einem anderen Prüfungsverfahren eingereicht habe.

Mir ist bekannt, dass meine Arbeit zum Zwecke eines Plagiatsabgleichs mittels einer Plagiatserkennungssoftware auf ungekennzeichnete Übernahme von fremdem geistigem Eigentum überprüft werden kann.

Gummersbach, 29.01.2025

A handwritten signature in black ink, consisting of a stylized 'G' followed by a horizontal line and a loop.

Pers. Unterschrift