

**Entwicklung und Analyse eines Intraday-Marktpreismodells für liquide US-Aktien mit Künstlichen Neuronalen Netzen**

**Masterarbeit**

zur Erlangung des akademischen Grades „Master of Science (M.Sc.)“ im Studiengang Wirtschaftswissenschaft der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Leibniz Universität Hannover

vorgelegt von

Name: Facklam

Vorname: Yannick



Prüfer: Prof. Dr. M. H. Breitner

Hannover, den 27.09.2013

## Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	II
Tabellenverzeichnis.....	III
Abkürzungsverzeichnis .....	IV
Symbolverzeichnis .....	V
1. Einleitung .....	1
2. Theoretische Grundlagen und Literaturüberblick .....	3
3. Künstliche Neuronale Netze und die Einstellungen von FAUN .....	6
4. Untersuchungsgegenstand und Datenbearbeitung .....	10
4.1. Der S&P 500 als Untersuchungsgrundlage .....	10
4.2. Der Index75 als ein repräsentativer Teil des S&P500 .....	12
4.3. Die Datenbearbeitung .....	16
5. Unterschiedliche Kennzahlen zur Prognosegüte.....	19
6. Das Handelsentscheidungsverfahren und seine Erweiterungen .....	21
7. Auswertung des Datensatzes 2011.....	29
7.1. Die unterschiedlichen Parameter und Konfigurationen .....	29
7.2. Untersuchung der Einflüsse von Mindestdifferenzen .....	30
7.2.1. Die Mindestdifferenz bei der Kaufentscheidung .....	30
7.2.2. Die Mindestdifferenz bei der Verkaufsentscheidung.....	33
7.2.3. Die Mindestdifferenz bei der Leerverkaufsentscheidung .....	39
7.3. Performance bei verschiedenen Mindestdifferenzen.....	42
7.3.1. Die besten Kombinationen und der entstehende Gewinn.....	42
7.3.2. Die Sharpe Ratio .....	47
7.4. Die Ergebnisse der besten Konfiguration BM1 .....	49
7.4.1. Die Aktienperformance .....	49
7.4.2. Die Branchenperformance.....	55
7.4.3. Die Monatsperformance auf Branchenebene .....	58
8. Auswertung der Ergebnisse im Handelszeitraum 2012.....	64
9. Potentiale der Gewinnsteigerung und weitere Forschungen .....	74
10. Fazit.....	79
Literaturverzeichnis .....	85
Ehrenwörtliche Erklärung .....	90

## 1. Einleitung

Niedrige Zinsen für Einlagen, Festgelder etc. rücken den Fokus der Anleger auf weniger volatile Investitionsmöglichkeiten. Das Misstrauen gegenüber den Finanzinstituten, hervorgerufen durch die Bank- und Finanzkrise sowie ihre Auswirkungen auf die heimische Wirtschaft ist in den letzten Jahren gestiegen und beeinflusst das Sparverhalten der Menschen. Dabei bietet der erneut der Aktienmarkt eine gute Grundlage um Vermögen zu investieren und Renditen zu generieren. Gestärkt wird diese Tendenz durch neue Rekordwerte, wie beim Deutschen Aktien Index (DAX) Anfang 2013, wodurch der Aktienhandel als Forschungsgegenstand weiterhin interessant bleibt.

In diesem Sinne bildet in dieser Arbeit der Aktienindex S&P500, der als einer der bedeutendsten Indizes weltweite Beachtung genießt, die Grundlage. In ihm werden, nach den Maßstäben von Standard and Poors, die 500 wichtigsten börsennotierten Unternehmen der Vereinigten Staaten von Amerika zusammengefasst.

Ziel dieser Ausarbeitung ist es, ein Intraday-Marktpreismodell zu entwickeln, bei dem Marktpreisanalysen einiger repräsentativen Aktien des S&P500 durchgeführt werden. Dies geschieht auf der Basis von Intraday-Trading, wobei analysiert werden soll, ob die Preise einer Aktie mit der Entwicklung anderer Aktien im S&P500 korreliert sind. Diese Untersuchung basiert dabei auf zehninütigen Renditen der Jahre 2011 und 2012.

Die Korrelationen werden mit Hilfe von Künstlichen Neuronalen Netzen (KNN) untersucht. Lassen sich derartige Zusammenhänge in den Renditen verschiedener Aktien identifizieren, bildet dies eine Informationsgrundlage, die zur Erschließung von Renditen sowie Arbitragegewinnen verwendet werden kann.

Die Forschungsfrage dieser Arbeit ist somit, in welchem Maße sich diese Informationen gewinnbringend nutzen lassen. Weiterführend wird untersucht, wie der entstehende Gewinn gesteigert werden kann. Dafür werden zunächst verschiedene Zeiträume in den Neurosimulationen berücksichtigt und mehrere Handelskriterien untersucht. Variierende Einstellungen werden auf die Daten des Jahres 2011 angewandt, um die Konfigurationen zu identifizieren, die die Performance maxi-

mieren. Die daraus resultierenden Erkenntnisse bilden die Grundlage für die abschließende Marktpreisanalyse der Daten des Jahres 2012.

Im zweiten Kapitel werden dafür zunächst thematische Grundlagen erläutert und die Verwendung von KNN zur Marktpreisanalyse begründet. Dabei werden weitere Themenfelder und zusätzliche Literatur zusammengefasst. Nach einer kurzen Vorstellung von KNN zu Beginn des dritten Kapitels wird anschließend auf den Neurosimulator FAUN (Fast Approximation with Universal Neural Networks) eingegangen, mit dessen Hilfe die neuronalen Netze erzeugt werden.

Kapitel vier beinhaltet Informationen über die Datenauswahl und deren Bearbeitung. Es erfolgt eine kurze Analyse des S&P500 in Bezug auf dessen Verlauf und Inhalte sowie ein Vergleich mit den untersuchten Aktien. Darauf aufbauend wird auf die Datenvorbereitung und die Auswertung der KNN eingegangen. Die Bewertung der Prognosegüte der entstehenden Netze wird in Kapitel fünf erfolgen. Dafür werden vier Gütemaße vorgestellt und die Ergebnisse zusammengefasst.

Kern des sechsten Kapitels bilden die zu treffenden Entscheidungen, zu welchem Zeitpunkt eine Aktie gekauft wird, um Gewinne zu realisieren. Dabei wird das Handelsverfahren in Anlehnung an Azzini et al. (2012) vorgestellt, welches in dieser Arbeit die Grundlage für das Marktpreismodell bildet. Dieses Grundmodell wird erweitert, wobei zunächst die Rahmenbedingungen definiert werden. Des Weiteren werden unterschiedliche Konfigurationsmöglichkeiten des Marktpreismodells vorgestellt. Drei Mindestdifferenzen werden integriert und die Leistungsfähigkeit eines konservativen und eines risikobehafteten Handelsmodells analysiert.

Kapitel sieben stellt die Trading-Performance dieses Vorgehens dar und geht dabei neben Gewinnen auf finanzspezielle Kennzahlen ein. Es werden die Ergebnisse der unterschiedlichen Konfigurationsmöglichkeiten dargestellt und die Parameter identifiziert welche für die abschließende Untersuchung mit den Daten von 2012 verwendet werden. Ziel ist es zunächst die Auswirkung einzelner variierender Mindestdifferenzen zu untersuchen, schließlich die Performance bei der Kombination der drei Mindestdifferenzen vorzustellen und den Datensatz 2011 auszuwerten. Bei dieser Auswertung wird das gesamte Portfolio berücksichtigt. Auch

einzelne Aktien und Branchen werden untersucht, wobei die Ergebnisse ebenfalls auf monatlicher Basis analysiert werden.

Abschließend werden die Konfigurationen identifiziert, welche für den Datensatz des Jahres 2012 angewendet werden, dessen Ergebnisse in Kapitel acht zusammengefasst werden. Dabei wird das Potential des vorgestellten Marktpreismodells im Verhältnis zu dem Grundmodell verdeutlicht.

Kapitel neun beinhaltet weitere Forschungsfragen, wobei auch Maßnahmen zur Verbesserung diskutiert werden und schlussendlich die Ergebnisse dieser Arbeit in dem abschließenden Kapitel zehn nochmals resümiert werden.

## **2. Theoretische Grundlagen und Literaturüberblick**

Die Fähigkeit Aktienkurse zu prognostizieren ist ein viel beachtetes Forschungsgebiet mit internationaler Relevanz. Dabei läuft der Trend von reinen erfahrungsbasierten Entscheidungen hin zu mathematisch-theoretisch geprägten Empfehlungen.

Die Masse an Kennzahlen und Chartanalysen, Zeitungsberichten und Fachzeitschriften in Bezug auf die Finanzmärkte sowie die Anzahl an verschiedenen Anlagemöglichkeiten nimmt ständig zu. Dies verdeutlicht nicht nur ein steigendes Interesse an Finanzprodukten, sondern auch eine große Komplexität, die ein umfangreiches Verständnis über den Finanzmarkt erschwert.

Eine effektive Aktienkursprognose oder vielmehr eine Bewertung über den derzeitigen Aktienkurs bedingt die Analyse der zunehmenden Masse an Informationen. Die Auswirkung neuer Informationen verläuft dabei zeitverzögert und in unterschiedlichem Umfang, da die relevanten Informationen identifiziert werden müssen und die nötigen Voraussetzungen dafür unterschiedlich ausgeprägt sind.

Die zunehmende Informationsbasis, beispielsweise bedingt durch die Weiterentwicklung der Informationstechnologie, resultiert in eine gewisse Berechenbarkeit in der die Verarbeitungsgeschwindigkeit einen Vorteil bietet. Lo (2004) zeigt in diesem Sinne mit einer adaptiven Erwartungshypothese, dass eine Verzögerung in der Informationsverarbeitung zu einer seriellen Korrelation in den Renditen führen

Vielmehr entsteht eine potentielle Kaufentscheidung, weil der Aktienkurs geringer ist als der prognostizierte Wert. Dabei wird die Aktienkursbewertung, nicht ausschließlich durch Korrelationen in den Aktienkursschwankungen bestimmt, sondern durch eine Dividendenzahlung verzerrt. Es bleibt gegebenenfalls zu prüfen, ob nach einem Ex/Eff-Date eine Kaufentscheidung erfolgt, die im nachfolgenden zu Verlust führt. Ist dies der Fall müssen Dividendenzahlungen in das bestehende Modell integriert werden, um Gewinne durch Dividendenzahlungen zu erhalten und zusätzlich mögliche Verluste zu reduzieren.

Generell ergibt sich aus den beschriebenen Forschungsaufgaben eine Erweiterung des vorgestellten Marktpreismodells, indem das generelle Handeln von Aktien aufgrund von Neurosimulationen erfolgt, jedoch auch einzelne identifizierbare Ereignisse berücksichtigt werden. Es müssten Indikatoren identifiziert werden, aufgrund derer das allgemeine Handeln ausgesetzt wird und spezielle Handelsentscheidungen erfolgen.

## **10. Fazit**

In der vorliegenden Arbeit wurde ein Intraday-Marktpreismodell für liquide US Aktien vorgestellt, indem Korrelationen in Aktienkursschwankungen mit Künstlichen Neuronalen Netzen (KNN) identifiziert und genutzt wurden.

Die Literaturanalyse hat verdeutlicht, dass die Verwendung von KNN als nichtlineare Prognosemodelle positiv bewertet werden kann und zehnteilige Renditeberechnungen eine gute Grundlage darstellen.

In der vorliegenden Untersuchung wurden unterschiedliche Prognosezeiträume berücksichtigt. Es wurde eine rollierende Simulation für die Daten der Jahre 2011 und 2012 durchgeführt, in der zwei Monate (zwei Wochen) als Trainingszeitraum, ein Monat (eine Woche) als Validierungszeitraum und ein Monat (eine Woche) als Testzeitraum verwendet wurden. Zehnteilige Renditen von 75 repräsentativen Aktien aus dem S&P500 wurden verwendet, um die KNN mit dem Neurosimulator FAUN zu erstellen.

Kern des vierten Kapitels war die Vorstellung des S&P500. Dieser Index repräsentiert knapp 80 % der gesamten US-amerikanischen Marktkapitalisierung und lässt sich in zehn Wirtschaftszweige unterteilen. Die in dieser Arbeit untersuchten 75 Aktien wurden durch die größten und kleinsten Unternehmen jeder Branche identifiziert, wobei die Bewertung nach der Platzierung in der FORTUNE1000 Liste erfolgte. Ergebnis ist der Index75, dessen Verlauf synchron mit dem des S&P500 Index ist. Nachfolgend wurde die Aufbereitung der Daten beschrieben, bei der ebenfalls Verweise auf die verwendeten Programmcodes erfolgten.

Kapitel fünf beinhaltet die Auswertung der Prognosegüte, in welchem die vier Gütemaße MAE, RMSE, MAPE und TU vorgestellt und berechnet wurden. Jede der vier Gütemaße bestätigte die Erkenntnisse aus der Literaturanalyse. Die Prognosegüte ist bei jeder Aktie sehr positiv zu bewerten. Dabei wurde zudem festgestellt, dass die Ergebnisse der Gütemaße bei einer monatlichen Prognose besser sind als bei der wöchentlichen Prognose.

Ergebnis des sechsten Kapitels ist das verwendete Handelsentscheidungsverfahren. Dafür wurde das Handelsmodell von Azzini et al. (2012) erweitert. Hier erfolgt eine Handelsentscheidung erst, wenn die prozentuale Differenz zwischen prognostiziertem und realem Aktienwert eine Minstdifferenz übersteigt. Dabei wurden unabhängige Minstdifferenzen für die Kauf-, Verkaufs- und Leerverkaufsentscheidungen formuliert. Ebenfalls wurden Rahmenbedingungen für das Handelsentscheidungsverfahren dargestellt, wonach ein festes Investitionsvolumen (100.000 \$) und Transaktionskosten (5 \$) beschrieben, aber auch ein Startkapital (1.000.000 \$) intrigiert wurde, welches als Kontostand oder verfügbares Budget die Handelsentscheidungen beeinflusst. Daraus entstanden zwei Handelsverfahren die in dieser Arbeit untersucht wurden. Während bei beiden Modellen das Vermögen für Investitionen zum Zeitpunkt eines Trades um die Transaktionskosten und Handelskosten reduziert wird, ist die Gewinnverbuchung unterschiedlich. Bei dem konservativen Modell stehen Gewinne aus Leerverkäufen erst nach der Erfüllung der Kaufpflicht am Ende des Handelstages für weitere Investitionen zur Verfügung. Bei dem risikobehafteten Handelsverfahren hingegen, können die eingehenden Vermögensbewegungen aus Leerverkäufen direkt reinvestiert werden.

Kern dieser Arbeit bildet Kapitel sieben, in welchem die Ergebnisse der beiden Handelsverfahren mit den unterschiedlichen Mindestdifferenzen analysiert wurden. Dafür fand zunächst eine Variierung einer einzelnen Mindestdifferenz statt, während die restlichen Mindestdifferenzen konstant bei 0 % gehalten wurden. Ziel war es den Einfluss einer Mindestdifferenz auf die Performance der Handelsmodelle zu untersuchen. Dabei wurde festgestellt, dass bei steigender Mindestdifferenz für Kaufentscheidungen ( $md_i$ ) der entstehende Gewinn durch normale Kaufentscheidungen bei der monatlichen Prognose sinkt, während bei dem konservativen und risikobehafteten Handelsentscheidungsverfahren circa 225.000 \$ Gewinn generiert wird. Bei der wöchentlichen Prognose steigt der entstehende Gewinn bei einer  $md_i$  von 0,15 % bis zu 250.000 \$ an. Ebenso wurde gezeigt, dass bei der wöchentlichen Prognose der Gewinn bei dem risikobehafteten Handelsentscheidungsverfahren höher ist als bei dem konservativen Modell und deutlich mehr Handelsentscheidungen durchgeführt wurden.

Eine Mindestdifferenz für Verkaufsentscheidungen ( $md$ ) kann den entstehenden Gewinn verbessern. Dabei wurden bei den Einstellungen mehrere Hochpunkte identifiziert, in denen bei einer geringeren  $md$  von 0,4 % und einer hohen Anzahl an Trades Gewinne bis zu 275.000 \$ erwirtschaftet wurden. Interessant waren die hohen Gewinne um 250.000 \$ mit wenigen Kaufentscheidungen bei einer höheren  $md$ , wobei verdeutlicht wurde, dass die Haltezeit die eine Aktie im Depot verbringt, durch die  $md$  steigt. Den höchsten Gewinn von knapp 300.000 \$ wird bei einer wöchentlichen Prognose mit den risikobehafteten Handelsentscheidungsverfahren ermöglicht, wobei diese Einstellung als einzige bei einer  $md > 0,4$  % zu Verlusten bis zu 600.000 \$ führte.

Die dritte Mindestdifferenz ( $md_s$ ) betrifft die Leerverkaufsentscheidung. Dabei wurde deutlich, dass die entstehenden Gewinne durch Leerverkäufe bei jedem Handelsmodell und Prognosezeitraum durch eine Mindestdifferenz bis zu 0,9 % verbessert werden. Der grundlegende Gewinn von etwa 400.000 \$ durch Leerverkäufe wird auf einen Spitzenwert auf bis über 600.000 \$ verbessert. Im Gegensatz zu den vorherigen Ergebnissen wurde festgestellt, dass die Gewinne bei den konservativen Handelsentscheidungen größer sind und die wöchentliche Prognose zu einer geringeren Anzahl an Leerverkaufsentscheidungen bei einem generell höheren Gewinn führt.



Nachdem die einzelnen Mindestdifferenzen untersucht wurden, fand eine Analyse der Gesamtperformance bei der Kombination der besten identifizierten Einstellungen statt. Zum Vergleich wurden die Ergebnisse ohne Mindestdifferenzen dargestellt, wobei das Potential von den eingeführten Mindestdifferenzen deutlich wurde. Es konnte gezeigt werden, dass der jeweilige Grundgesamtgewinn zwischen 500.000 \$ und 600.000 \$ auf 850.000 \$ bis 950.000 \$ verbessert wurde. Die höchsten Gewinne werden bei der wöchentlichen Prognose mit  $md_l =$  ,  $md$  , % und  $md_s$  , % (BM1-Einstellung) erreicht, während circa 75 % des Gesamtgewinns durch Leerverkäufe erwirtschaftet wurden. Die nachfolgende Berechnung der Sharpe Ratio hat verdeutlicht, dass die Einstellung BM1 mit dem konservativen Handelsentscheidungsverfahren das beste Ergebnis liefert, wobei eine Sharpe Ratio von 48,90 erreicht wurde.

Im Kapitel 7.4 fand eine nähere Untersuchung der Ergebnisse der Einstellung BM1 statt, wobei zunächst auf die Aktienperformance eingegangen wurde. Dabei wurden die Top15 und Flop15-Aktien nach Gesamtperformance sowie Gewinne durch Kauf- und Leerverkaufsentscheidungen dargestellt. Gleichzeitig wurde der Frage nachgegangen, ob Aktien von besonders großen Unternehmen zu schlechteren Ergebnissen führen. Grundgedanke war dabei, dass Firmen mit einem großen Jahresumsatz stärker im Fokus von Anlegern stehen und veränderte Rahmenbedingungen gegebenenfalls schneller den Aktienkurs beeinflussen. Es konnte jedoch kein sichtbarer Zusammenhang zwischen der FORTUNE1000-Platzierung und der Gewinnhöhe festgestellt werden. Zusätzlich hat diese Gewinnanalyse ergeben, dass der größte Teil des Gewinns, aber auch der Hauptteil der Verluste durch Leerverkäufe generiert wurde.

Weiterer Untersuchungsgegenstand waren die branchenbezogenen Gewinne. Dabei wurde festgestellt, dass über 30 % des entstandenen reinen Gewinns durch Aktien aus der Finanzbranche entstand, während Aktien dieser Branche nur 4 % der reinen Verluste ausmachten. Aktien der Branche Consumer Discretionary wiesen einen Gewinnanteil von 18 % auf, während sie 25 % der Verluste ausmachten. Der größte Verlustanteil mit 45 % entstand durch das Handeln von Aktien aus der Informationstechnology.

Um zu untersuchen, wodurch und wann die branchenbezogenen Gewinne und Verluste entstanden sind, wurden die Verläufe der Branchenindizes und deren monatliche Performance dargestellt. Dabei wurde deutlich, dass der Verlauf der Branchenindizes Financials innerhalb des Handelszeitraumes 2011 deutlich sinkt, während die Indizes Consumer Discretionary und Informationstechnology um den Startwert des Index schwanken. Bei nahezu jedem Index wurde ein starker Kursfall von August 2011 bis Oktober 2011 festgestellt. Grund war eine schwache Weltkonjunktur und eine weitere Verschärfung der Eurokrise. In diesen Monaten wurde ein Großteil des Gesamtgewinns durch Leerverkäufe erwirtschaftet. Die durchschnittliche Gewinnhöhe bei Aktien der Branche Information Technology und Consumer Discretionary lag bei 5.000 \$ pro Aktie. Aktien der Branche Financials erwirtschafteten circa 12.500 \$ Gewinn durch Leerverkäufe.

In dem anschließenden Monat wurde bei tendenziell steigendem Indexkurs ein Großteil der Gesamtverluste durch Leerverkäufe generiert. Dabei stiegen die Verluste beispielsweise bei den Aktien Consumer Discretionary und Informationstechnology auf 10.000 \$ pro Aktie.

Die Gewinnerwirtschaftung durch normale Kaufentscheidungen schwankte in vergleichbar geringerem Maße, wobei trotz sinkendem Branchenindex positive Gewinne durch Kaufentscheidungen in den Monaten September und Oktober 2011 erwirtschaftet wurden.

Die Ergebnisse aus dem Kapitel sieben bildeten die Grundlage für die abschließende Untersuchung der Daten des Jahres 2012, dabei wurde die BM1-Konfiguration mit einer wöchentlichen Prognose und dem konservativen Handelsentscheidungsverfahren angewandt. Da der Hauptanteil der Gewinne auf die sinkenden Aktienkurse in einzelnen Monaten zurückgeführt werden konnte, wurde auf eine reine branchenbezogene Reduzierung der Menge zu handelnder Aktien verzichtet. Vielmehr wurden die Flop15-Aktien bezogen auf die Gewinne durch Kaufentscheidungen von weiteren Kaufentscheidungen ausgeschlossen und bezüglich der Leerverkaufsentscheidung analog verfahren.

Die Ergebnisse des Datensatzes 2012 unterschieden sich stark zu den bisherigen Ergebnissen, da ein Verlust in Höhe von circa 345.000 \$ generiert wurde. Dabei

entstanden 375.000 \$ Verlust durch Leerverkäufe und 30.000 \$ Gewinn durch Käufe.

Das Verbesserungspotential des Handelsergebnisses durch die beschriebenen Mindstdifferenzen wurde zusätzlich dadurch deutlich, dass ohne Mindstdifferenzen ein Verlust von knapp 825.000 \$ entstanden wäre. Weitere Untersuchungen haben gezeigt, dass das Ausschließen von Aktien aufgrund der schlechten Performance im vorangegangenen Jahr nicht optimal ist. Vielmehr wurden Aktien nicht gehandelt die unter den Top15-Aktien gewesen wären.

Eine Kursanalyse hat verdeutlicht, dass der Indexkurs im Jahr 2012 öfters schwankt als 2011 und die Aktienkursprognosen nach Wendepunkten schlechtere Ergebnisse liefern. Ob die Leistung bei geringeren Trainings- und Validierungszeiträumen verbessert wird bleibt zu prüfen. Es wurde zudem festgestellt, dass trotz steigendem Indexkurs viele Leerverkaufsentscheidungen getroffen werden, die den Hauptteil der Verluste ausmachen. Auch bei der Analyse der Daten 2011 wurde bereits festgestellt, dass viele Leerverkäufe getätigt wurden und diese den Hauptteil der Gewinne und Verluste ausmachen. Dies lässt die Vermutung zu, dass die prognostizierten Renditen tendenziell zu gering sind und so Leerverkaufsentscheidungen begünstigen. Vor allem wurde jedoch deutlich, dass an dieser Stelle weiterer Forschungsbedarf besteht, wobei einige Ansätze in Kapitel neun angesprochen wurden. Ein wichtiger Aspekt war dabei die Berücksichtigung von Dividendenzahlungen. Eine vorhandene  $md$  führt zu höheren Haltezeiten im Depot, woraus Ansprüche auf Dividendenzahlungen bestehen können und die Performance verbessert werden kann.

Diese Arbeit demonstriert, dass Korrelationen in den Aktienkursschwankungen mit Hilfe von KNN genutzt werden können, wobei die Ergebnisse durch integrierte Mindstdifferenzen in dem Handelsentscheidungsverfahren deutlich verbessert werden. Dennoch zeigen die deutlichen Performanceunterschiede, dass weitere Untersuchungen nötig sind und die Einstellungen verbessert werden müssen.