

Die Empirische Effizienzkurve

Von der Analyse bis zur Investmentstrategie

Jannik Henkes
jannik.henkes@rwth-aachen.de

VTAD Award 2022
1. Preis

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	3
2. Empirische Effizienzkurve	4
2.1. Definition eines effizienten Punktes	4
2.2. Approximation der Effizienzkurve	6
3. Entwicklung von Investmentstrategien mittels effizienter Punkte	8
3.1. Sind effiziente Punkte ein gutes Investment?	8
3.2. Aktienranking nach Effizienz	9
3.3. Investitionsquote in Abhängigkeit der Marktphase	10
4. Schlussbetrachtung	14
A. Anhang	16
A.1. Formeln zu den Kennzahlen	16
A.2. Daten	18
A.3. Gender-Disclaimer	18
A.4. Weitere Ergebnisse	18

1. Einleitung

»Unsicherheit ist ein hervorstechendes Merkmal von Wertpapierinvestments¹«

Das obige Zitat stammt von Harry M. Markowitz, dem Begründer der Effizienzkurve, mit der wir uns auf den folgenden Seiten auseinandersetzen möchten. Liest man dieses Zitat, stellt sich natürlicherweise die Frage, wie mit dieser Unsicherheit umgegangen werden kann. Zahlreiche strategische Analysen und wissenschaftliche Arbeiten beschäftigen sich mit genau dieser Frage und versuchen diese Unsicherheiten zu verringern bzw. rational damit umzugehen. Auch wir möchten uns in dieser Arbeit mit einer neuen Herangehensweise zur Selektion der Aktien auseinandersetzen.

Markowitz hat 1952 in seinem Artikel »Portfolio Selection« (vgl. [3]) als Erster die Effizienzkurve ins Spiel gebracht. Heutzutage ist es das Ziel zahlreicher (wenn nicht sogar dem Großteil) Investoren ein Portfolio zu erstellen, welches effizient ist. Auch wenn Sie den Begriff der Effizienzkurve sicherlich schon kennen, lassen Sie es mich nochmal in meinen Worten erklären: die Effizienzkurve besteht aus Investments, für die es kein anderes Portfolio gibt, das bei gleichbleibendem oder geringerem Risiko einen höheren Nutzen erzielt, bzw. das bei gleichbleibendem oder höherem Nutzen ein geringeres Risiko aufweist. Diese Investments bilden dann eine Kurve im Risiko-Nutzen-Raum (vgl. die linke Seite in Abb. 1). Dabei ist es möglich Portfolios und Aktien beliebig konvex zu kombinieren.

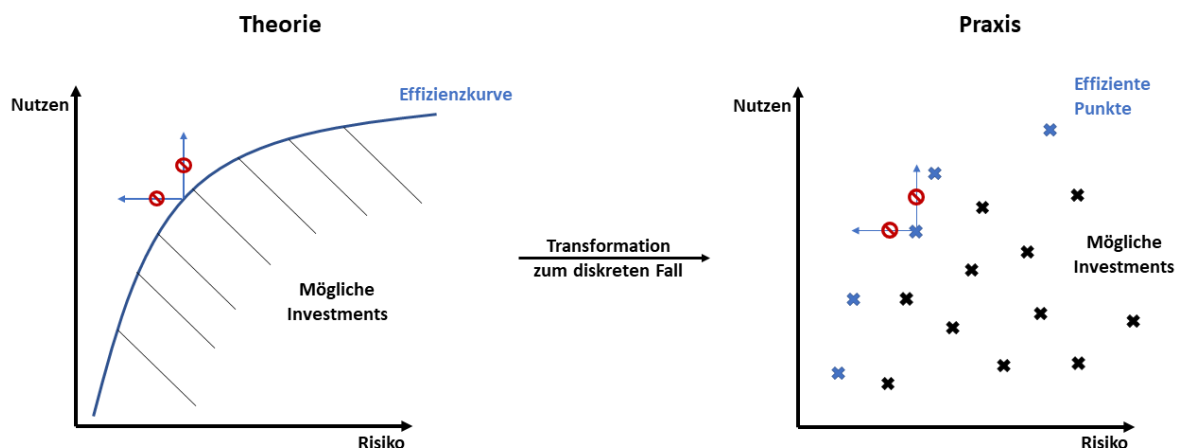


Abbildung 1: Eine Übersicht zur Effizienzkurve nach Markowitz (links), in der die beliebige Kombination von Portfolios erlaubt ist und die Idee einer Diskretisierung auf einzelne Investments (rechts), wobei jedes Einzelinvestment einen Punkt darstellt.

Derzeit ist es in der Theorie so, dass sich ein Investor durch Analysen und Berechnungen ein Portfolio zusammenstellt und dann hofft im Vergleich zu anderen Portfolios effizient zu sein, d.h. auf der Effizienzkurve zu liegen. In dieser Arbeit möchten wir diese Herangehensweise umdrehen und die Frage beantworten, was passiert, wenn wir eine Menge an möglichen Investments (bzw. Aktien) betrachten, die effizienten Punkte berechnen und in genau diese investieren (vgl. die rechte Seite in Abb. 1). Dabei erlauben wir keine Kombination von Portfolios, sondern betrachten einzelne Investments getrennt voneinander. Somit erhalten wir beispielsweise für jede Aktie einen einzelnen Punkt im Risiko-Nutzen Raum. Als Beispiel könnte die Menge an möglichen

¹Harry M. Markowitz, Portfolio Selektion: Die Grundlage der optimalen Portfolio-Auswahl, Einleitung

Investments alle Aktien eines Index (bspw. dem Dow Jones oder dem S&P500) enthalten. Der Nutzen könnte als Rendite und das Risiko als Volatilität gemessen werden.

Um diese Frage zu beantworten, müssen wir in einem ersten Schritt analysieren, wie der Risiko-Nutzen Raum eines Index in der Praxis aussieht und ob dies mit unseren Erwartungen vereinbar ist. Als nächsten Zwischenschritt werden wir versuchen die Effizienzkurve mit Hilfe dieser diskreten Punkte zu approximieren, d.h. wir transformieren den diskreten Fall zurück in die kontinuierliche Theorie von Markowitz. Dies wird die Thematik in Kapitel 2 sein.

In Kapitel 3 werden wir überprüfen, inwiefern effiziente Punkte ein gutes Investment darstellen und aus diesem Ansatz eine regelbasierte Investmentstrategie inklusive Investitionsquotensteuerung nach der jeweiligen Marktphase entwickeln. Diese Strategien - das darf ich vorweg nehmen - schlagen eine Gleichgewichtung der getesteten Indices deutlich.

Schließlich werden wir am Ende dieser Arbeit (vgl. Kapitel 4) die Ergebnisse noch einmal rekapitulieren und weitere Fragen stellen, denn nicht selten verhält es sich so, wie mit Hydra aus der griechischen Mythologie: Können wir eine Frage beantworten, stellen sich automatisch mindestens zwei Neue.

2. Empirische Effizienzkurve

Wie schon in der Einleitung beschrieben, möchten wir die Ideen von Markowitz in ein diskretes Setup transformieren. Als ersten Schritt müssen wir definieren, was wir unter der Effizienz eines Investments in unserem empirischen Setting verstehen. Dabei kommen wir an einigen mathematischen Formulierungen nicht vorbei.

2.1. Definition eines effizienten Punktes

Betrachten wir $T \in \mathbb{N}$ zurückliegende Perioden sowie ein Investment S , deren Preise in Periode $t \in \{1, \dots, T\}$ durch S_t gegeben sind. Weiter verwenden wir in den folgenden Analysen Tageschlusskurse, d.h. eine Periode entspricht einem Handelstag. Mit dieser Notation definieren wir eine (**empirische**) **Risikofunktion** als

$$\tau : \mathbb{Q}^T \rightarrow \mathbb{Q}_{\geq 0}, S := (S_1, \dots, S_T) \mapsto \tau(S)$$

und eine (**empirische**) **Nutzenfunktion** als

$$u : \mathbb{Q}^T \rightarrow \mathbb{Q}, S := (S_1, \dots, S_T) \mapsto u(S).$$

Beispielsweise kann als Risikofunktion die Volatilität eines Jahres (also die empirische Standardabweichung, vgl. Def. A.3) und als Nutzenfunktion die Rendite (vgl. Def. A.1) verwendet werden. Wichtig dabei ist, dass diese Funktionen in unserem Fall nur von den Investment-Preisen der letzten T zurückliegenden Perioden abhängen. Mit diesen Formulierungen können wir definieren, was wir unter einem effizientem Punkt verstehen.

Definition 2.1 (Effizientes Investment). Wir nennen ein Investment S **effizient** in Bezug auf eine Menge an möglichen Investments P , eine (empirische) Risikofunktion τ und eine (empirische) Nutzenfunktion u , falls **kein** Investment $\tilde{S} \in P$ existiert, sodass entweder

$$\tau(\tilde{S}) \leq \tau(S) \quad \text{und} \quad u(\tilde{S}) > u(S)$$

oder

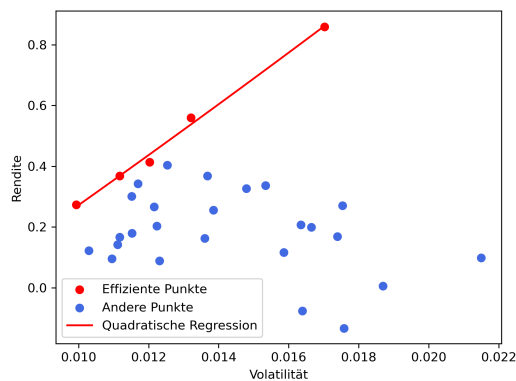
$$\tau(\tilde{S}) < \tau(S) \quad \text{und} \quad u(\tilde{S}) \geq u(S)$$

gilt. Ist S ein solches effizientes Investment, dann nennen wir

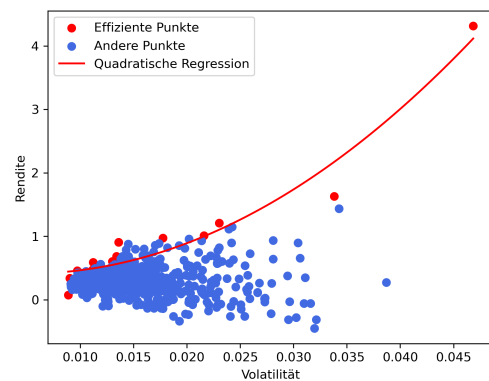
$$(\tau(S), u(S)) \in \mathbb{Q}_{\geq 0} \times \mathbb{Q}$$

einen **effizienten Punkt** im Risiko-Nutzen Raum, wieder in Bezug auf P , τ und u .

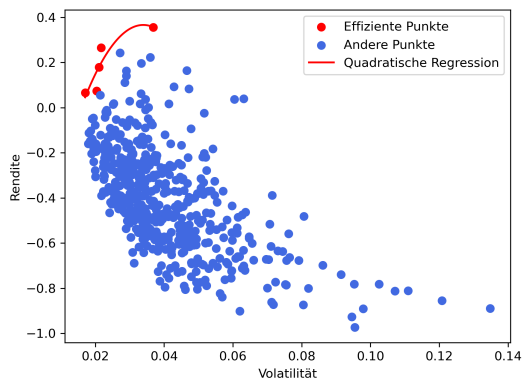
Lassen Sie uns diese sehr mathematische Definition noch einmal in Worte fassen und an einem Beispiel klar machen. Die Menge P lässt sich beispielsweise durch die Aktien eines Index wie des Dow Jones ausdrücken. Auch einzelne Sektoren, Edelmetalle, eine Sammlung von Portfolios und sonstige Zusammenstellungen sind möglich. Weiter messen wir das Risiko durch die Volatilität und den Nutzen durch die Rendite. Dann ist also eine Aktie aus dem Dow Jones effizient, falls es in diesem Index keine andere Aktie gibt, die bei mindestens gleich guter Volatilität, entweder eine höhere Rendite, oder aber eine kleinere Volatilität, bei mindestens gleich guter Rendite besitzt.



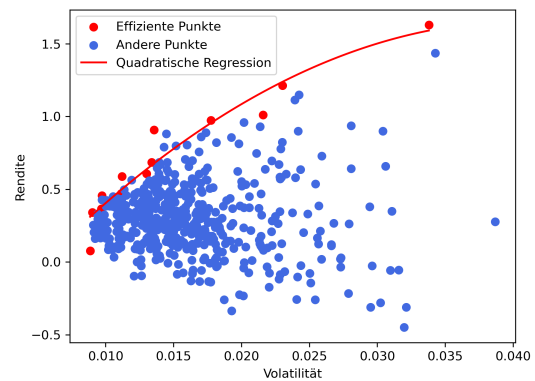
(a) Dow30 mit Daten aus 2019



(b) S&P500 mit Daten aus 2019



(c) S&P500 mit Daten aus 2008



(d) S&P500 mit Daten aus 2019 ohne Ausreißer

Abbildung 2: Verschiedene Risiko-Nutzen Abbildungen auf zwei verschiedenen Indices mit unterschiedlichen Daten mit Hervorhebung der effizienten Punkte und deren quadratischer Regression. Jeder Punkt entspricht der Performance einer Einzelaktie, bzw. dem Investment in eine einzelne Aktie.

Bei den folgenden empirischen Untersuchungen werden wir die Indices Dow Jones (im Folgenden als Dow30 bezeichnet) und S&P500 betrachten, da diese sich in ihrer Größe stark unterscheiden und die Anzahl der betrachteten Aktien einen großen Einfluss auf das Ergebnis hat. Sehr interessant ist zu sehen, wie man anhand einer solchen Risiko-Nutzen-Abbildung die Marktsituation

auf einem bestimmten Index sehr gut ablesen kann. Zum Beispiel ist zu erwarten, dass nach der Finanzkrise 2008 nahezu alle Aktien eine höhere Volatilität und eine negative Rendite haben und lediglich Versorger-Aktien wie Walmart Zugewinne verbuchen konnten. Diese Vermutung lässt sich mit Blick auf Abbildung 2c bestätigen.

2.2. Approximation der Effizienzkurve

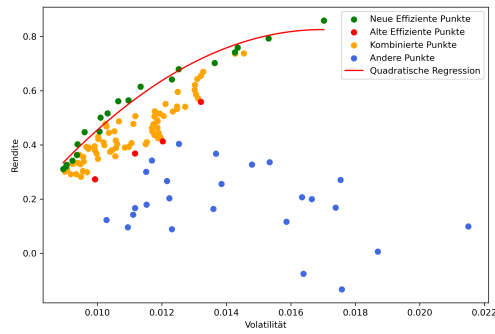
Als nächsten Zwischenschritt möchten wir die Effizienzkurve approximieren und vergleichen, inwiefern diese Approximation die in der Theorie nachgewiesenen Eigenschaften erfüllt wie z.B. die Konkavität und die Monotonie (die Kurve sollte streng monoton steigend und konkav sein). Einige dieser Eigenschaften lassen sich z.B. in Maier-Paape und Zhu [2] nachlesen. Ein erster Ansatz besteht darin die effizienten Punkte zu berechnen und mit Hilfe dieser eine *quadratische Regression* durchzuführen. Bei der quadratischen Regression mittels der *Methode der kleinsten Quadrate* wird eine quadratische Funktion (also eine Funktion der Form $p(x) = ax^2 + bx + c$) gesucht, welche den quadratischen Abstand (auch euklidische Distanz) zu den vorgegebenen Punkten minimiert. Dazu gibt es zahlreiche Quellen wie z.B. [4]. In Abbildung 2 sehen wir, wie eine solche Approximation aussieht. Wir stellen fest, dass die Approximation mit steigender Anzahl an Punkten besser wird und Ausreißer-Punkte einen großen Einfluss auf das Endergebnis haben können. Bei dem Ausreißer im S&P500 mit den Daten aus 2019 (vgl. Abb. 2b) handelt es sich übrigens um die Aktie des Energietechnologieunternehmens Enphase Energy, welcher 2019 weltweit führender Anbieter von Solar-Mikro-Wechselrichtern war.

Für eine Investmentstrategie könnte es ebenfalls interessant sein, Ausreißer zu eliminieren. In unserem Fall nennen wir ein Investment *Ausreißer*, falls der Punkt im Risiko-Nutzen Raum dieses Investments nach Def. 2.1 effizient ist und das Investment die höchste Volatilität in Relation zur Menge aller möglichen Investments P besitzt. Also stellt die Aktie des Unternehmens Enphase Energy mit den Daten aus 2019 einen Ausreißer dar (vgl. Abb. 2b). Diese Definition ergibt durchaus Sinn, da wir die Volatilität als die Standardabweichung der Tagesrenditen betrachten. Denn je wechselhafter diese auftreten, desto höher bewerten wir das damit verbundene Risiko. Eine risikofreudige Person würde dies natürlich anders bewerten.

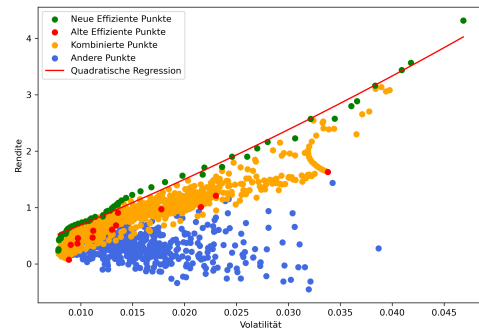
Unglücklicherweise ist der Ansatz der quadratischen Regression der effizienten Punkte noch nicht ausreichend, da die Approximation hin und wieder konvex, in einigen Fällen ab einem Punkt monoton fallend und manchmal beides ist, d.h. sie erfüllt nicht die gewünschten Eigenschaften der Konkavität und Monotonie von Effizienzkurven (vgl. Abb. 2). Nun ist es aber so, dass wir in der Theorie eine Effizienzkurve durch zahlreiche unterschiedliche Portfolios erhalten und wir in diesem Setup streng genommen nur Portfolios erlauben, welche lediglich eine Aktie enthalten. Um die Approximation zu verbessern, werden wir jeweils zwei effiziente Investments $S^{(1)}$ und $S^{(0)}$ konvex kombinieren, d.h. ein Portfolio zusammenstellen, was für $\lambda \in (0, 1)$ zu $100\lambda\%$ aus $S^{(1)}$ und zu $100(1 - \lambda)\%$ aus $S^{(2)}$ besteht. Mathematisch erhalten wir ein solches Portfolio $S^{(\lambda)}$ durch

$$S^{(\lambda)} = \lambda S^{(1)} + (1 - \lambda) S^{(0)}, \quad (1)$$

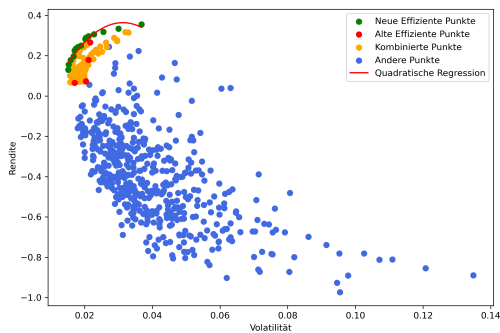
also durch Konvexkombination der Preise. Bilden wir mit diesem Verfahren zahlreiche weitere Portfolios, dann erkennen wir auch schon ohne die Approximation durch quadratische Regression, wie sich die neuen Punkte zu der gewünschten Form bewegen. Kombinieren wir die Berechnung der effizienten Punkte in Bezug auf die alte Menge der möglichen Investments mit den neu zusammengestellten Portfolios und approximieren wir diese wieder mittels quadratischer Regression, erhalten wir eine neue Approximation der Effizienzkurve, welche die theoretischen Eigenschaften besser widerspiegelt.



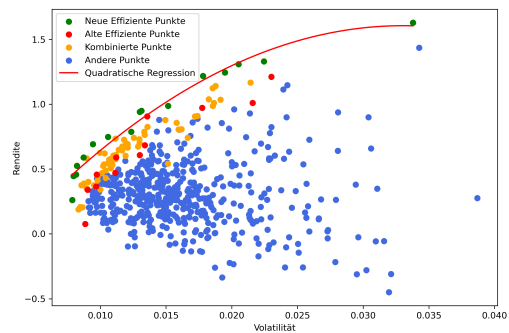
(a) Dow30, 2019, $\alpha = 0.1$



(b) S&P500, 2019, $\alpha = 0.05$



(c) S&P500, 2008, $\alpha = 0.01$



(d) S&P500, 2019, $\alpha = 0.5$, ohne Ausreißer

Abbildung 3: Verschiedene Risiko-Nutzen Abbildungen auf zwei verschiedenen Indices mit unterschiedlichen Daten und Hervorhebung der effizienten Punkte, deren Konvexkombinationen, der neuen effizienten Punkte und deren quadratischer Regression. Dabei sind die Konvexkombinationen für $\lambda \in \{k\alpha \mid k \in \{1, \dots, \frac{1}{\alpha}\}\}$ (also in äquidistantem Abstand zwischen 0 und 1 mit Schrittweite α) gewählt worden.

Wie sich in Abbildung 3 erkennen lässt, erhalten wir vor allem beim Dow30 eine deutlich bessere Approximation (vgl. Abb. 3a). Auch beim S&P500 mit den Daten aus 2019 (vgl. Abb. 3b) nähert sich die Approximation immer weiter einer linearen Kurve an und verliert dadurch ihr streng konvexes Auftreten, wie es bei der vorherigen Approximation der Fall ist. (vgl. Abb. 2b). Die unschöne Form beim S&P500 mit den Daten aus 2008 (vgl. Abb. 3c) konnten wir durch die neue Herangehensweise nur bedingt verbessern. Betrachtet man dort aber lediglich die neuen effizienten Punkte, dann bilden diese von alleine schon fast eine Kurve, wie wir sie uns wünschen, welche wir aber nicht durch die Methode der kleinsten Quadrate erhalten.

Vorgehen 2.2 (Approximation der Effizienzkurve). Fassen wir das Vorgehen zur Approximation der Effizienzkurve noch einmal in 5 Schritten zusammen:

1. Berechnung der Volatilität und der Rendite, um die Risiko-Nutzen Punkte der Aktien zu erhalten
2. Bestimmung der effizienten Punkte
3. Bildung von Konvexkombinationen der Preise zwischen jeweils zwei effizienten Punkten und Berechnung der Volatilität und der Rendite dieser neuen Kombinationen
4. Bestimmung der effizienten Punkte inkl. der Konvexkombinationen

5. Quadratische Regression dieser neuen effizienten Punkte

Zur Bildung der Konvexkombinationen in Schritt 3 verwenden wir im Folgenden die Formel aus Gleichung (1) mit äquidistanten Abständen zwischen 0 und 1 mit Schrittweite $\alpha = 0.1$, d.h.

$$\lambda \in \left\{ k\alpha \mid k \in \left\{ 1, \dots, \frac{1}{\alpha} \right\} \right\}.$$

Damit haben wir die Analyse der effizienten Punkte und der (empirischen) Effizienzkurve abgeschlossen und widmen uns im nächsten Kapitel der Entwicklung einer Investmentstrategie.

3. Entwicklung von Investmentstrategien mittels effizienter Punkte

Ein grundlegendes Ziel dieser Arbeit soll es sein, aus den vorangegangenen Analysen und Erkenntnissen eine Investmentstrategie zu entwickeln. Dabei ist das folgende Kapitel so strukturiert, wie ich bei der Entwicklung einer solchen Strategie vorgegangen bin. Dies ist natürlich ein sehr subjektives Vorgehen, weshalb die Leserschaft gerne dazu eingeladen sein soll, selbst weiteren Ideen, Fragen und Ansätzen nachzugehen und diese auch gerne zu teilen. Die folgenden Backtests decken den Zeitraum von Anfang 2005 bis Ende 2021 ab. Dabei ist zu beachten, dass in der Optimierung nur die zu dem Optimierungszeitpunkt (Selektionszeitpunkt) bekannten Daten verwendet („survivorship free backtesting“) und die Transaktionskosten vernachlässigt wurden. Zur Berechnung der Risiko- und Nutzenwerte zum Optimierungszeitpunkt wurden die Daten des vorangegangenen halben Jahres verwendet (d.h. $T = 125$ Handelstage, vgl. Kapitel A.1). Als Benchmark nutzen wir die *Gleichgewichtung* des betrachteten Index, da dies aus meiner Sicht natürlicher erscheint als eine Gewichtung nach Marktkapitalisierung zumal die hier vorgestellten Strategien ebenfalls gleich gewichtet sind. Zum Vergleich dieser beiden Zusammenstellungen verweise ich auf Abbildung 12 im Anhang.

3.1. Sind effiziente Punkte ein gutes Investment?

Als erste (gutmütige) Idee testen wir, inwiefern ein gleichgewichtetes Investment in alle effizienten Punkte (Einzelaktien) eines Index (hier verwenden wir wie in Kapitel 2 den Dow30 und den S&P500) ein gutes Investment darstellt. Reallokieren wir das Portfolio jährlich, stellen wir schnell fest, dass jedes Jahr fast das gesamte Portfolio ausgetauscht werden muss, d.h. effiziente Punkte bleiben über diesen Zeitraum nicht unbedingt effizient. Deshalb gehen wir im Folgenden dazu über, vierteljährlich zu reallokieren. In diesem Fall erhalten wir einen durchschnittlichen Turnover von ungefähr 40%. Dieses Investment, welches wir als *Grundstrategie* bezeichnen werden, schafft es mit einem Bruchteil der Aktien eine höhere Rendite und eine geringere Volatilität als die gleichgewichteten Index zu erwirtschaften (vgl. Abb. 9).

Ein weiterer Ansatz wäre die Analyse eines Investments, welches täglich in die aktuellen effizienten Punkte investiert ist. In einer Analyse konnte ich feststellen, dass effiziente Punkte oft mehrere Wochen effizient sind, bevor sie durch andere Punkte abgelöst werden. Es kann auch zu dem Fall kommen, dass zwei Aktien in kurzen Abständen alternierend effizient erscheinen. Für einen kleinen Ausschnitt dieses Ergebnisses verweise ich auf den Anhang, genauer auf Abbildung 11. Da wir diesen Ansatz zum einen auf Grund der hohen Rechenintensität und zum anderen auf Grund der hohen Transaktionskosten, die beim täglichen Anpassen des Portfolios auftreten könnten und damit beachtet werden müssten, nicht weiter verfolgen möchten, verwerfen wir diesen Gedanken fürs Erste.

In der oben beschriebenen *Grundstrategie* erweisen sich einige Reallokationsperioden als heikel, denn in diesen gibt es beispielsweise nur zwei oder drei effiziente Punkte und damit nur zwei

Aktien im Portfolio, d.h. die *Grundstrategie* kann, muss aber nicht ausreichend diversifiziert sein, was wir uns allerdings wünschen würden. Natürlich spielt dabei die Anzahl der Aktien im Index eine große Rolle.

3.2. Aktienranking nach Effizienz

Um mehr Aktien für unser Portfolio zu erhalten, möchten wir aus der Menge an möglichen Investments eine Rangliste erstellen, um z.B. in die besten zehn Unternehmen zu investieren. Dazu verwenden wir die Approximation der Effizienzkurve aus Kapitel 2 (vgl. Vorgehen 2.2) und berechnen die quadratischen Distanzen (auch euklidische Entfernung genannt). Um dies sauber und transparent zu erklären, benötigen wir wieder einige mathematische Formulierungen: Sei die empirische Effizienzkurve Γ_{eff} in Abhängigkeit des Risikos durch die Funktion $f_{\text{eff}} : [r_{\min}, r_{\max}] \rightarrow \mathbb{Q}^2$ parametrisiert. Dabei sei r_{\max} das maximale Risiko und r_{\min} das minimale Risiko eines effizienten Punktes in Bezug auf alle Aktien im Index und der Konvexkombinationen (vgl. Vorgehen 2.2, Schritt 3). Dann definieren wir die quadratische Distanz eines Punktes $(\mathbf{r}(S), \mathbf{u}(S)) \in \mathbb{Q}_{\geq 0} \times \mathbb{Q}$ durch

$$d\left((\mathbf{r}(S), \mathbf{u}(S)), \Gamma_{\text{eff}}\right) := \min_{r \in [r_{\min}, r_{\max}]} \sqrt{|r - \mathbf{r}(S)|^2 + |f_{\text{eff}}(r) - \mathbf{u}(S)|^2}. \quad (2)$$

Doch dabei erhalten wir eine neue Schwierigkeit: Untersuchen wir zum Beispiel die Größenordnung der Rendite und der Volatilität in Abbildung 3, dann erkennen wir, dass sich die Rendite in der Größenordnung $[-1, 4]$ und die Volatilität in $[0, 0.3]$ bewegt. Damit erhält die Rendite bei der Abstandsberechnung mittels Gleichung (2) einen vergleichsweise großen Einfluss auf das Ergebnis. Dies kann durch Normierung aller Punkte vermieden werden, weshalb wir die folgende Abstandsdefinition verwenden werden

$$d_{\text{normiert}}\left((\mathbf{r}(S), \mathbf{u}(S)), \Gamma_{\text{eff}}\right) := \min_{r \in [r_{\min}, r_{\max}]} \sqrt{\left|\frac{r - \mathbf{r}(S) - 2\bar{r}}{\sigma(\mathbf{r})}\right|^2 + \left|\frac{f_{\text{eff}}(r) - \mathbf{u}(S) - 2\bar{u}}{\sigma(\mathbf{u})}\right|^2},$$

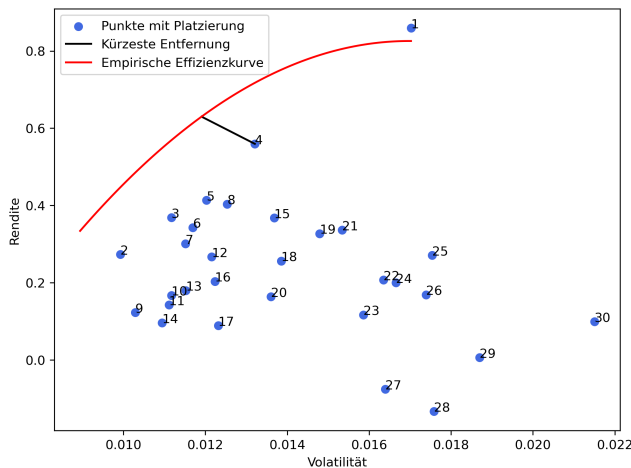


Abbildung 4: Risiko-Nutzen Raum auf dem Dow30 mit Daten aus 2019 inkl. emp. Effizienzkurve Γ_{eff} , sowie dem aus der Entfernung zur Kurve implizierten Ranking. Die dargestellte kürzeste Entfernung bezieht sich explizit auf den Abstand von Punkt 4 zur emp. Effizienzkurve.

wobei \bar{r} bzw. \bar{u} den Mittelwert aller Risiken bzw. des Nutzens und $\sigma(\mathbf{r})$ resp. $\sigma(\mathbf{u})$ die empirische Standardabweichung aller Risiken resp. des Nutzens der Punkte beschreibt (vgl. Def. A.3). Durch diese Normierung erhalten wir sozusagen eine Standardnormalverteilung, wodurch die Rendite und die Volatilität in derselben Größenordnung liegen und damit vergleichbar sind.

Mit diesem Abstands begriff sortieren wir bei der Reallokation alle Aktien eines Index nach dem Abstand zur (empirischen) Effizienzkurve und investieren beispielsweise in die besten zehn Unternehmen nach diesem Kriterium. Vergleichen Sie dazu die Abbildung 4, in der das Ranking an einem Beispiel klar gemacht wird. Beachten Sie dabei, dass die kürzeste Entfernung in der Abbildung

auf Grund der Skalierung nicht unbedingt so aussehen muss, als würde sie im rechten Winkel zur Kurve liegen, wobei dies mathematisch zu erwarten wäre.

Ein solches Investment bezeichnen wir von nun an mit *Effizienzstrategie X*, wobei X für die Anzahl an Aktien im Portfolio steht und frei gewählt werden kann. Diese Strategie führt nicht zwingend zu einer Verbesserung, aber es macht sie deutlich konsistenter im Vergleich zur Benchmark, welche in unserem Fall die *Gleichgewichtung* des jeweiligen Index sein soll. Unter Konsistenz gegenüber der Benchmark verstehen wir, dass es weniger Perioden gibt, in denen die Benchmark deutlich bessere Renditen erwirtschaftet, als unsere Strategien. Dies hat Vor- und Nachteile, beispielsweise ist eine solche Konsistenz für institutionelle Investoren von Vorteil, weil sie deren Kunden nicht erklären müssen, warum der Index zwei Jahre in Folge besser performt hat. Auf der anderen Seite verringert dies die Chance auf eine starke Überperformance, da man sich mit mehr Aktien im Depot in der Regel auch näher am Index bewegt.

Für die Kursentwicklungen auf dem Dow30 verweise ich auf Abbildung 5. Jährliche Kennzahlen zu den Strategien auf dem Dow30 finden Sie im Anhang in Abbildungen 14 - 16. Die Kursverläufe und jährlichen Kennzahlen für den S&P500 sind ebenfalls im Anhang in den Abbildung 17 - 20 dargestellt und einen statistischen Überblick finden Sie am Ende dieses Kapitels in Abbildung 9.

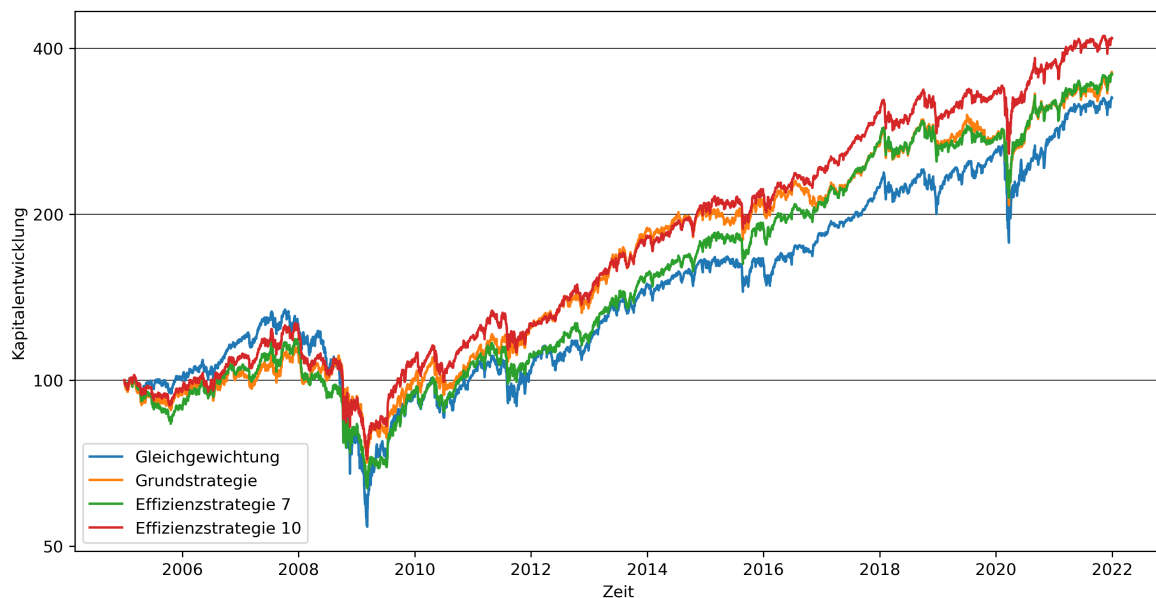


Abbildung 5: Kursentwicklungen der Strategien aus Kapitel 3.1 und 3.2 auf dem Dow30 im Vergleich zum gleichgewichteten Index. Siehe Abb. 9 für statistische Kennzahlen.

3.3. Investitionsquote in Abhängigkeit der Marktphase

Wir haben also in den vorherigen Abschnitten eine Strategie gefunden, welche mit der Auswahl eines Bruchteils der Aktien eines Index besser performt als eine *Gleichgewichtung* aller Aktien. Dieses Investment möchten wir aber noch weiter verbessern, um den Index klar zu schlagen. Dazu möchten wir die Investitionsquote regelbasiert an die Marktphasen anpassen, zum Beispiel möchten wir in Bärenmärkten weniger investiert sein, als in Bullenmärkten.

Das klingt natürlich auf den ersten Blick logisch, doch sofort stellt sich die Frage, wie man die Marktphasen erkennen kann. Dazu gibt es mehrere Ansätze, wie beispielsweise über Bollinger-Bänder oder Donchian Channel (vgl. [1]). Wir möchten hier einen anderen Ansatz mit vier

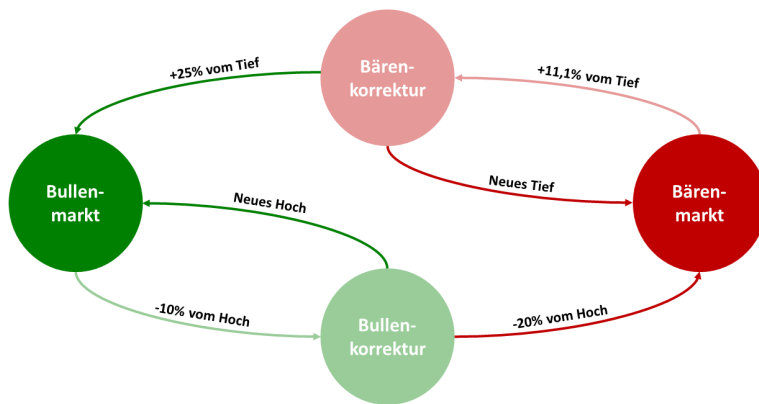


Abbildung 6: Übersicht zur Berechnung der Marktphasen

Marktphasen verfolgen: Befinden wir uns in einem Bullenmarkt und verlieren mehr als 10% zum Hoch des Bullenmarkts, dann erleben wir zunächst eine Bullenkorrektur. Wir können entweder wieder in den Bullenmarkt zurückkehren (dazu braucht es ein erneutes (höheres) Hoch in diesem Bullenmarkt) oder wir verlieren weitere 10% zum Hoch des Bullenmarkts und erreichen einen Bärenmarkt (d.h. -20% vom Hoch des Bullenmarkts). Im Bärenmarkt gehen wir analog vor, aber dabei verwenden wir 11,1% und 25%, da bei einem Verlust von 10% eine Steigerung von $(1/(1 - 0,1)) - 1 \approx 0,111$ von Nöten ist, um wieder an der Ausgangsposition anzukommen, d.h. steigt der Kurs um 11,1% vom Tief des Bärenmarkts an, sind wir in der Bärenkorrektur und steigt er sogar um 25% vom Tief, so befinden wir uns wieder in einem Bullenmarkt. Natürlich erreichen wir mit einem neuen Tief in der Bärenkorrektur auch wieder den Bärenmarkt. Dieses Vorgehen wird in Abbildung 6 übersichtlich dargestellt.

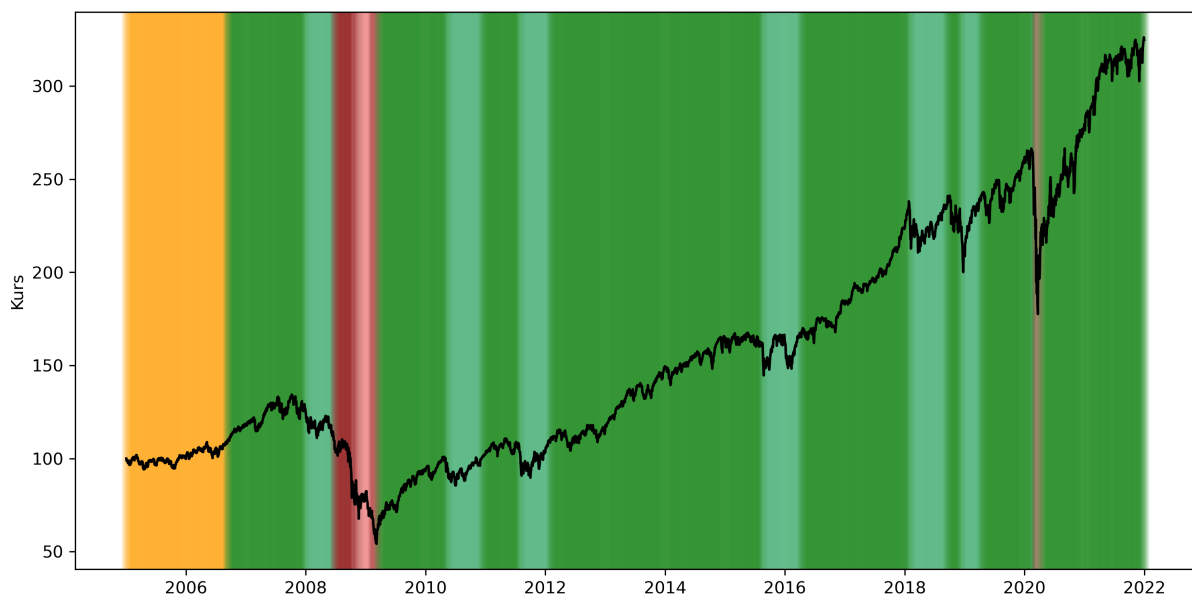


Abbildung 7: Marktphasen im Dow30 ab 2005. Dabei ist der Bullenmarkt in dunkelgrün, die Bullenkorrektur in grün, die Initialisierungsphase in gelb, der Bärenmarkt in dunkelrot und die Bärenkorrektur in rot dargestellt. Der Kursverlauf in schwarz stellt den gleichgewichteten Index dar.

In unserem Fall haben wir sogar noch eine weitere Phase und zwar die Initialisierungsphase. Da wir am Anfang unserer Daten nicht wissen, in welcher Phase wir uns bewegen, befinden wir uns so lange in der Initialisierungsphase, bis wir entweder 11,1% im Plus oder 10% im Minus sind. Im ersten Fall wechseln wir in den Bullen- und im zweiten Fall in den Bärenmarkt. In Abbildung 7 sind diese Marktphasen am Dow30 klar zu erkennen. Für eine Darstellung auf dem S&P500 verweise ich auf Abbildung 21 im Anhang.

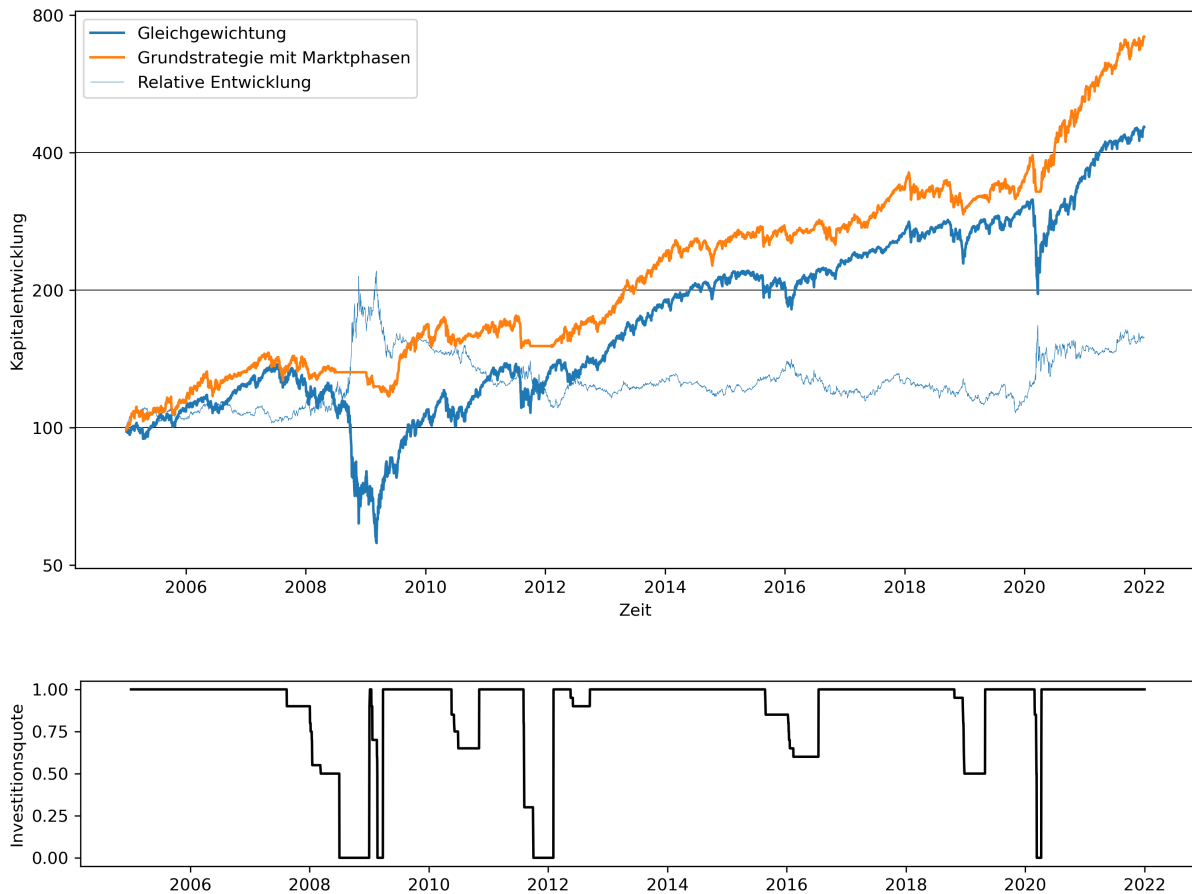


Abbildung 8: Kursentwicklung der *Grundstrategie mit den Marktphasen* auf dem S&P500 im Vergleich zum gleichgewichteten Index mit der relativen Entwicklung, d.h. wenn beispielsweise die relative Entwicklung steigt, so performt die Strategie in diesem Bereich besser als der Index. Unterhalb der Kursentwicklung ist die verwendete Investitionsquote dargestellt.

Wenn wir mit diesem Ansatz die Phasen bestimmt haben, stellt sich die Frage, wonach wir die Investitionsquote bestimmen. Anstatt nach Belieben eine feste Zahl für die einzelnen Phasen festzulegen, versuchen wir auch hier einen regelbasierten Ansatz. Momentan gelangen wir aus einem Bullenmarkt in die Bullenkorrektur, wenn wir $x = 10$ Prozent verlieren. Betrachten wir nun 10 solcher Modelle mit $x \in \{10, 11, \dots, 19\}$ und beachten, dass wir dann mit einer Steigerung von

$$100 \left(\frac{100}{100 - x} - 1 \right)$$

Prozent aus einem Bärenmarkt in die Bärenkorrektur gelangen. Die restlichen Parameter werden für jedes Modell als konstant angenommen, d.h. in jedem Modell wechseln wir bei -20%

vom Hoch des bisherigen Bullenmarkts in einen Bärenmarkt und analog wechselt der bisherige Bärenmarkt bei +25% vom Tief des Bärenmarkts in einen Bullenmarkt. Damit können wir die Investitionsquote nach diesen Modellen wie folgt festlegen: Für jedes Modell, das sich zum aktuellen Zeitpunkt in einem Bullenmarkt befindet, steigt die Investitionsquote um 10%. Zusätzlich soll sie für jedes Modell um 5% steigen, das sich in der Bullenkorrektur befindet. Im Bärenmarkt und der Bärenkorrektur steigt sie nicht. Befindet sich ein Modell in der Initialisierungsphase, so erhöht sich die Investitionsquote ebenfalls um 10%. Dabei halten wir die freibleibende Investitionsquote als Cash und passen diese nach Bedarf täglich an, sobald ein Modell die Phase wechselt. In der praktischen Umsetzung dieser Strategie würde man ein solches Investment mittels eines Short-Futures auf dem Index abbilden, um nicht andauernd seine Aktien austauschen zu müssen.

Betrachten wir ein kleines Beispiel, um das Vorgehen zu verdeutlichen: Wir analysieren also 10 Marktphasen-Modelle mit unterschiedlichen Parametern. Befinden sich beispielsweise 6 dieser 10 Modelle im Bullenmarkt und 4 in der Bullenkorrektur, dann liegt die Investitionsquote bei $6 \cdot 10\% + 4 \cdot 5\% = 80\%$. Damit können wir die Investitionsquote täglich berechnen und wie sich dies in unserem Test auf dem S&P500 entwickelt, können Sie aus Abbildung 8 entnehmen.

Index	Strategie	Ann. Tagesrendite	Ann. Volatilität	Sharpe-Ratio	Max. rel. Drawdown	Mittlerer Drawdown	RoMaDD	ARoMIDD
Dow30	Gleichgewichtet	8,5%	24,9%	0,34	59,6%	9,9%	3,77	0,85
	Grundstrategie	8,5%	23,7%	0,359	38,2%	6,1%	6,81	1,39
	Effizienzstrategie 7	8,4%	23,5%	0,359	46,4%	7,7%	5,57	1,09
	Effizienzstrategie 10	9,3%	24,1%	0,385	43,4%	6,2%	7,31	1,49
	Effizienzstrategie 10 mit Marktphasen	8,9%	21,9%	0,405	19,1%	4,9%	16,55	1,83
S&P500	Gleichgewichtet	10,7%	27,4%	0,389	59,4%	7,5%	5,97	1,42
	Grundstrategie	11,7%	26,7%	0,44	48,5%	9,2%	10,57	1,27
	Effizienzstrategie 50	9,9%	24,0%	0,413	42,0%	6,4%	9,07	1,55
	Effizienzstrategie 100	9,3%	23,8%	0,392	44,8%	6,1%	7,36	1,52
	Grundstrategie mit Marktphasen	12,3%	25,2%	0,489	19,9%	5,1%	31,07	2,4

Abbildung 9: Statistischer Überblick über alle getesteten Strategien im Zeitraum 01.01.2005 bis 31.12.2021. Formeln zu den verwendeten Kennzahlen finden sich in Kapitel A.1.

Wählen wir nun eine Strategie aus den vorherigen Kapiteln aus, so können wir in Kombination mit diesem Marktphasen-Modell nicht nur den Drawdown und die Varianz verbessern, sondern in einzelnen Fällen sogar die Rendite (vgl. Abb. 9). Damit erhalten diese Strategien dadurch auch das beste Verhältnis zwischen Risiko und Nutzen. Beispielsweise erhalten wir mit der *Grundstrategie mit Marktphasen* (also dem Investment in effiziente Punkte mit der Investitionsquote aus dem Marktphasenmodell) auf dem S&P500 für 1€ Risikobudget 31,07€ zurück (vgl. Def. A.8). Dies ist mehr als das fünffache im Vergleich zum gleichgewichteten Index. Außerdem sehen wir in Abbildung 8 Kursentwicklung dieser Strategie im Vergleich zum Index. Dabei erkennen wir, dass die Strategie vor allem in den Krisenzeiten gegenüber dem Index gewinnt. Gleichzeitig müssen wir im Hinterkopf behalten, dass der S&P500 schon als sehr effizienter Index gilt und

es keine Trivialität ist, diesen zu schlagen.

Im Anhang, genauer in den Abbildungen 22 und 23, wird die Investitionsquote aus dem Marktphasenmodell ebenfalls auf die *Gleichgewichtung* angewendet. Dabei erkennen wir, dass es nicht selbstverständlich ist, die Rendite per Investitionsquotensteuerung zu erhöhen. Die entwickelten Strategien aus diesem Kapitel performen jedoch auch dort besser als die *Gleichgewichtung mit Marktphasen*. Ebenfalls findet sich im Anhang die Entwicklung der *Effizienzstrategie 10 mit Marktphasen* auf dem Dow30 in Abbildung 13.

4. Schlussbetrachtung

Zusammenfassend können wir mittels Marktphasensteuerung, Volatilität und Rendite ein regelbasiertes Investment zusammenstellen, welches deutlich besser performt als der zugrundeliegende Index. Sowohl die Marktphasensteuerung als auch die Aktienselektion liefern wesentliche Performancebeiträge. Ausschlaggebend bei der Aktienselektion ist die Position der einzelnen Aktien im Risiko-Rendite Raum im Verhältnis zu anderen Aktien im Index.

Bisher war es so, dass viele Investoren in Rechtecke aus dem Risiko-Rendite Raum investieren, d.h. sie geben beispielsweise vor, dass eine Aktie höchstens eine Volatilität von r_{\max} besitzen darf

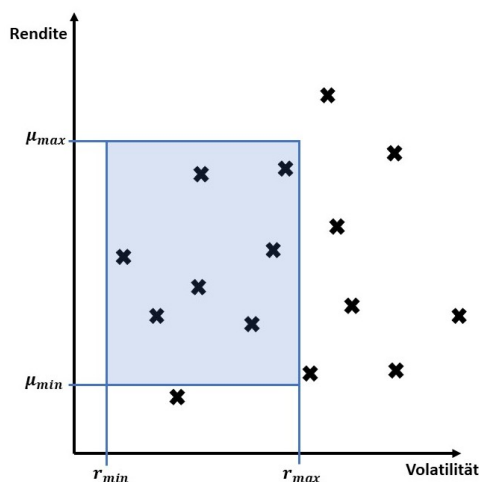


Abbildung 10: Grafik zur Aktienauswahl mit festen Grenzen für Rendite und Volatilität.

und mindestens eine Rendite von μ_{\min} erwirtschaften muss. Natürlich möchte man in der Regel auch keine Aktien, die gar keine Volatilität besitzen und vielmals ist es so, dass Aktien mit einem stark überdurchschnittlich hohen Ertrag in der vergangenen Periode diesen nicht noch einmal erzielen können. Damit erhalten wir dann r_{\min} und μ_{\max} , welches insgesamt ein statisches Rechteck beschreibt (vgl. Abb. 10).

In dieser Arbeit wollten wir diese Statik lösen und in Aktien mit einem besonders guten Risiko-Nutzen Verhältnis investieren, weshalb wir damit eine neue Herangehensweise an die Aktienselektion getestet haben. Natürlich schließen diese beiden Ansätze sich nicht gegenseitig aus. Genauso gut könnte man in diesem Rechteck nach effizienten Aktien suchen und wiederum testen, wie gut dieses Investment ist.

Generell sollte diese Arbeit lediglich die Idee beschreiben. Wie schon am Anfang angekündigt stellen sich zahlreiche neue Fragen, die beantwortet werden möchten, aber in diesem Rahmen leider keinen Platz mehr finden. Mögliche Fragen sind:

Was passiert, wenn man keine Indices sondern Sektoren testet?

Die Rendite und die Volatilität hängen zum Teil von den Sektoren ab, in denen sich die Aktien befinden. Dabei gibt es volatilere Sektoren und solche mit einer geringeren Schwankung. Analog gilt dies für die Rendite. Daher wäre es interessant, diese Strategie sektorenweise zu testen. Wie schon erwähnt, ist der S&P500 von Natur aus ein sehr effizientes Portfolio, weshalb es äußerst interessant wäre, eine solche Analyse mit einer größeren Menge an Aktien aus der ganzen Welt

zu testen.

Was passiert, wenn wir andere Risiko- und Nutzenfunktionen verwenden?

Für einige Investoren ist nicht nur die Rendite und die Volatilität interessant, sondern ebenfalls der Drawdown. Verwendet man diesen als Risikofunktion, so erhalten wir völlig neue effiziente Punkte. Natürlich gibt es viele weitere Risiko- und Nutzenfunktionen, die man ebenfalls testen kann.

Was passiert, wenn wir mehrere Risikofunktionen verwenden?

Nehmen wir beispielsweise den Drawdown zu unserer Analyse hinzu, erhalten wir einen dreidimensionalen Raum (Rendite-Volatilität-Drawdown) und anstatt einer Kurve, bekommen wir eine effiziente gekrümmte Fläche in diesem Raum. Dies macht die Berechnungen natürlich komplexer, könnte aber vielversprechend sein.

Sicherlich sind Ihnen beim Lesen noch weitere Fragen aufgekommen, die es sich lohnt, zu diskutieren. Des Weiteren möchte ich darauf aufmerksam machen, dass wir uns lange in einem Bullenmarkt befunden haben (vgl. Abb. 7) und es momentan danach aussieht, als würde der Aktienmarkt eine geraume Zeit im Bärenmarkt verweilen. Daher gehört es dazu, die erhaltenen Testergebnisse in Bezug auf die heutige Situation kritisch zu betrachten und neu zu bewerten. Es wird sicherlich spannend zu beobachten, wie sich die entwickelten Strategien im aktuellen Bärenmarkt weiter schlagen.

A. Anhang

Den Anhang möchten wir nutzen, um die verwendeten Formeln transparent zu definieren und weitere Ergebnisse zu präsentieren, welche im Vergleich zu anderen als weniger relevant eingestuft wurden, aber dennoch nicht völlig außer acht gelassen werden sollten.

A.1. Formeln zu den Kennzahlen

Sei $T \in \mathbb{N}$ die Anzahl der Perioden und $S_t \in \mathbb{Q}$ der Preis (Tagesschlusskurs) eines Investments S zur Zeit $t \in \{1, \dots, T\}$. In unserer Analyse besteht eine Periode immer aus einem Handelstag. Mit dieser Notation erhalten wir die folgenden Definitionen, wir starten mit der Rendite:

Definition A.1 (Rendite). Die Rendite über den Gesamtzeitraum ist gegeben durch

$$\mathbf{u}_{\text{Gesamrendite}}(S_1, \dots, S_T) := \frac{S_T - S_1}{S_1} = \frac{S_T}{S_1} - 1.$$

Analog erhalten wir die Rendite in Periode $t \in \{2, \dots, T\}$ durch

$$\mathbf{u}_{\text{Rendite in Periode } t}(S_{t-1}, S_t) := \frac{S_t - S_{t-1}}{S_{t-1}} = \frac{S_t}{S_{t-1}} - 1.$$

Definition A.2 (Durchschnittliche Rendite pro Periode). Bilden wir den Durchschnitt der Renditen pro Periode, erhalten wir

$$\bar{\mu}_T := \frac{1}{T-1} \sum_{\ell=2}^T \mathbf{u}_{\text{Rendite in Periode } \ell}(S_{\ell-1}, S_\ell).$$

Wenn wir in dieser Arbeit von Volatilität sprechen, dann meinen wir die Volatilität der Renditen. Betrachtet man die Volatilität der Preise, dann würde es zu einer ungleichen Bewertung der Investments kommen, da in diesem Fall Investments mit einem hohen Preis automatisch eine höhere Volatilität als Investments mit einem niedrigeren Preis besitzen.

Definition A.3 (Volatilität der Renditen). Die Volatilität der Renditen pro Periode ist gegeben durch die empirische Standardabweichung der Renditen, d.h.

$$\mathbf{r}_{\text{Volatilität}}(S_1, \dots, S_T) := \left(\frac{1}{T-2} \sum_{t=2}^T (\mathbf{u}_{\text{Rendite in Periode } t}(S_{t-1}, S_t) - \bar{\mu}_T)^2 \right)^{\frac{1}{2}}.$$

Verwendet man für $\mathbf{u}_{\text{Rendite in Periode } t}(S_{t-1}, S_t)$ beliebige $T-1$ Datenpunkte mit Mittelwert $\bar{\mu}_T$, so erhalten wir die empirische Standardabweichung dieser Datenpunkte.

Es folgen zwei weitere Risiko-Kennzahlen, die wir zur Bewertung der Strategien benutzen, aber genauso gut auch die Volatilität in der Effizienzanalyse ersetzen könnten. Dazu benötigen wir in einem ersten Schritt eine Hilfsfunktion.

Definition A.4 (Relativer Drawdown in Periode t). Den relativen Drawdown in Periode t definieren wir als

$$\mathbf{r}_{\text{Rel. Drawdown in Periode } t}(S_1, \dots, S_t) := \frac{\max_{1 \leq \tau \leq t} S_\tau - S_t}{\max_{1 \leq \tau \leq t} S_\tau}$$

für Periode $t \in \{1, \dots, T\}$.

Diesen relativen Drawdown kann man als „aktuellen Schmerz“ interpretieren, den das Investment verursacht. Aus einfacher Maximumsbildung erhalten wir die folgende Definition.

Definition A.5 (Maximaler relativer Drawdown). Der maximale relative Drawdown, auch maximaler Rücksetzer genannt, wird definiert als

$$\tau_{\text{Max. rel. Drawdown}}(S_1, \dots, S_T) = \max_{1 \leq t \leq T} \tau_{\text{Rel. Drawdown in Periode } t}(S_1, \dots, S_t).$$

Dabei gibt uns dieser maximale relative Drawdown den maximalen Rücksetzer seit dem Allzeithoch eines Investments an. Um das tägliche Risiko mittels des Drawdowns besser einschätzen zu können, benötigen wir noch eine Art Durchschnitt, den wir wie folgt definieren.

Definition A.6 (Mittlerer relativer Drawdown). Für ein Investment S definiert

$$\tau_{\text{Mttl. rel. Drawdown}}(S_1, \dots, S_T) = \frac{1}{T-1} \sum_{2 \leq t \leq T} \tau_{\text{Rel. Drawdown in Periode } t}(S_1, \dots, S_t).$$

den mittleren relativen Drawdown.

Im Gegensatz zum relativen Drawdown pro Periode gibt uns der mittlere relative Drawdown den „durchschnittlichen Schmerz“ eines Investments.

Zum Abschluss dieses Kapitels betrachten wir zwei Kennzahlen, welche den Nutzen und das Risiko in Bezug setzen. Für die erste Kennzahl benötigen wir die annualisierte Rendite resp. die annualisierte Volatilität, welche als

$$\text{Rendite}_{\text{ann.}} := 250 \cdot \bar{\mu}_T \quad \text{resp.} \quad \text{Volatilität}_{\text{ann.}} := \sqrt{250} \cdot \tau_{\text{Volatilität}}(S_1, \dots, S_T)$$

definiert werden.

Definition A.7 (Sharpe-Ratio). In unserem Setup definieren wir die Sharpe-Ratio als

$$\text{Sharpe-Ratio} := \frac{\text{Rendite}_{\text{ann.}}}{\text{Volatilität}_{\text{ann.}}}$$

Ähnlich dazu definieren wir das Verhältnis zwischen Rendite und Drawdown wie folgt.

Definition A.8 (Rendite pro maximalem relativem Drawdown). Die Rendite pro maximalem relativem Drawdown (RoMaDD) ist definiert als

$$\text{RoMaDD} = \frac{u_{\text{Gesamtrendite}}(S_1, \dots, S_T)}{\tau_{\text{Max. rel. Drawdown}}(S_1, \dots, S_T)}.$$

Diese Kennzahl gibt uns in der Praxis an, wie viel Ertrag wir für 1€ Risikobudget erhalten. Erzielen wir beispielsweise über einen langen Zeitraum mit einem Portfolio eine Rendite von 30% und einen maximalen Drawdown von 15%, dann haben wir mit diesem Portfolio für 1€ Risikobudget 2€ erhalten.

Alternativ zur Gesamtrendite und zum maximalen relativen Drawdown verwenden wir in folgender Definition die annualisierte Rendite sowie den mittleren relativen Drawdown und haben damit eine allgemeinere Aussage über das Verhältnis.

Definition A.9 (Annualisierte Rendite pro mittlerem relativem Drawdown). Wir definieren die Annualisierter Rendite pro mittleren relativen Drawdown (ARoMiDD) als

$$\text{ARoMiDD} = \frac{\text{Rendite}_{\text{ann.}}}{\tau_{\text{Mttl. rel. Drawdown}}(S_1, \dots, S_T)}.$$

A.2. Daten

Die verwendeten Daten sind sogenannte Total Return Daten, d.h. dass die Dividenden in die Preise mit eingerechnet werden. Dabei verwenden wir ausschließlich Tagesschlusskurse. Außerdem wurde eine historische Index-Zusammenstellung verwendet, weil wir sonst nur Aktien ausgewählt hätten, die bis heute in dem jeweiligen Index verblieben wären.

A.3. Gender-Disclaimer

Das in dieser Arbeit gewählte generische Maskulinum bezieht sich zugleich auf die männliche, die weibliche und andere Geschlechteridentitäten. Zur besseren Lesbarkeit wird auf die Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen verzichtet. Alle Geschlechteridentitäten werden ausdrücklich mitgemeint, soweit die Aussagen dies erfordern.

A.4. Weitere Ergebnisse

Es folgen noch einige Grafiken, die es leider nicht in den Hauptteil dieser Arbeit geschafft haben.

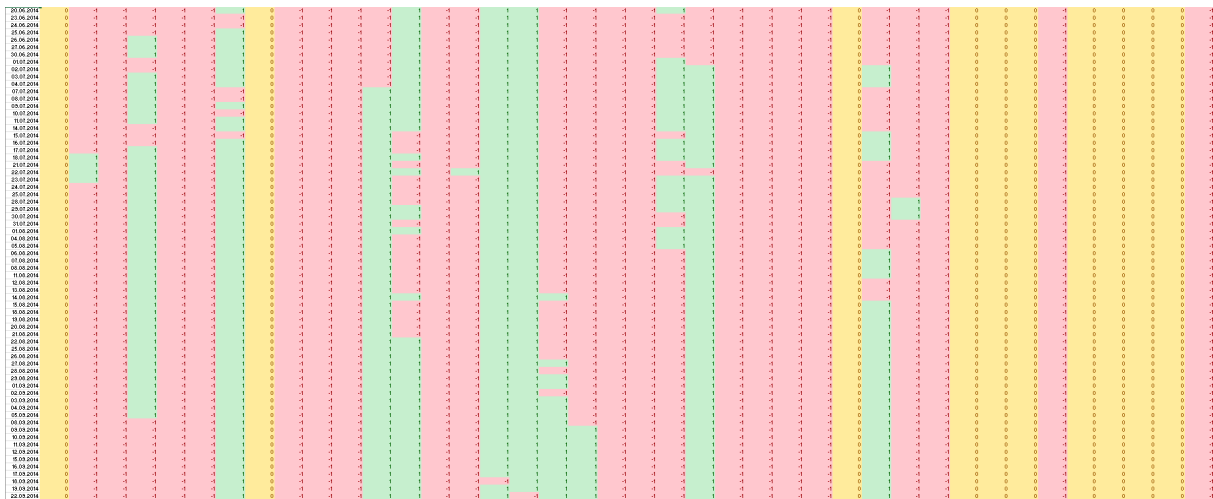


Abbildung 11: Entwicklung von Effizienz: wir sehen einen Ausschnitt (20.06.2014 bis 22.09.2014) einer Klassifikation aus Aktien aus dem Dow30. Jede Spalte steht dabei für eine Aktie und jede Zeile für einen Handelstag. Ist ein Eintrag grün (enthält die Nummer 1), dann ist die Aktie aus dieser Spalte effizient, ist dieser rot (enthält die Nummer -1), dann ist sie nicht effizient und bei gelb (enthält Nummer 0) gehört die Aktie zu diesem Zeitpunkt nicht zum Dow30. Aus diesem Grund erhalten wir hier 40 Spalten. Zur Berechnung der Risiko- und Nutzenwerte wurden Jahresdaten verwendet, d.h. $T = 250$ Handelstage.

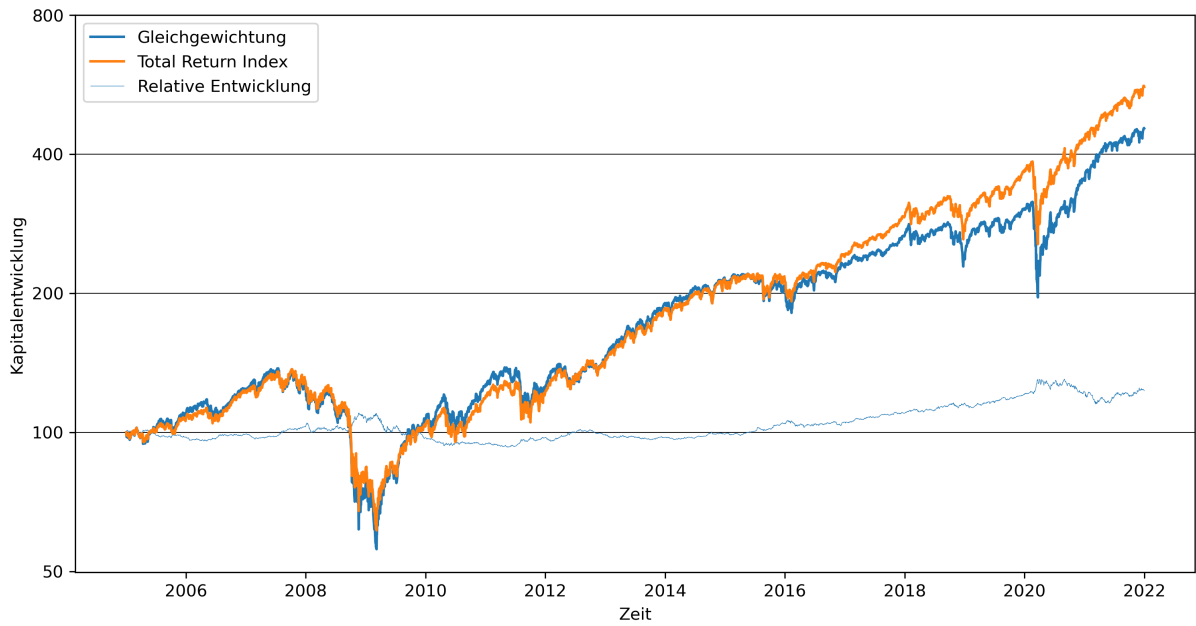


Abbildung 12: Vergleich zwischen dem gleichgewichteten S&P500 (mit Total Return Daten) und dem S&P500 Total Return Index, d.h. die Dividenden werden auf den Indexwert gerechnet. Wir verwenden in unseren Analysen den Gleichgewichteten Index, da es mathematisch gesehen sinnvoller erscheint. Doch um Ihnen ein gesamtes Bild zu geben, vergleichen wir diesen hier mit dem S&P500 Total Return gewichtet nach der Marktkapitalisierung. Dabei werden auch hier die Dividenden berücksichtigt, da dies im gleichgewichteten Index ebenfalls der Fall ist. In der relativen Entwicklung sehen wir, dass sich die Entwicklungen stark ähneln, aber seit ungefähr 2016 die Gewichtung nach Marktkapitalisierung etwas abheben kann, aber ob dieser Trend die kommenden Jahre anhält, ist natürlich nicht klar.

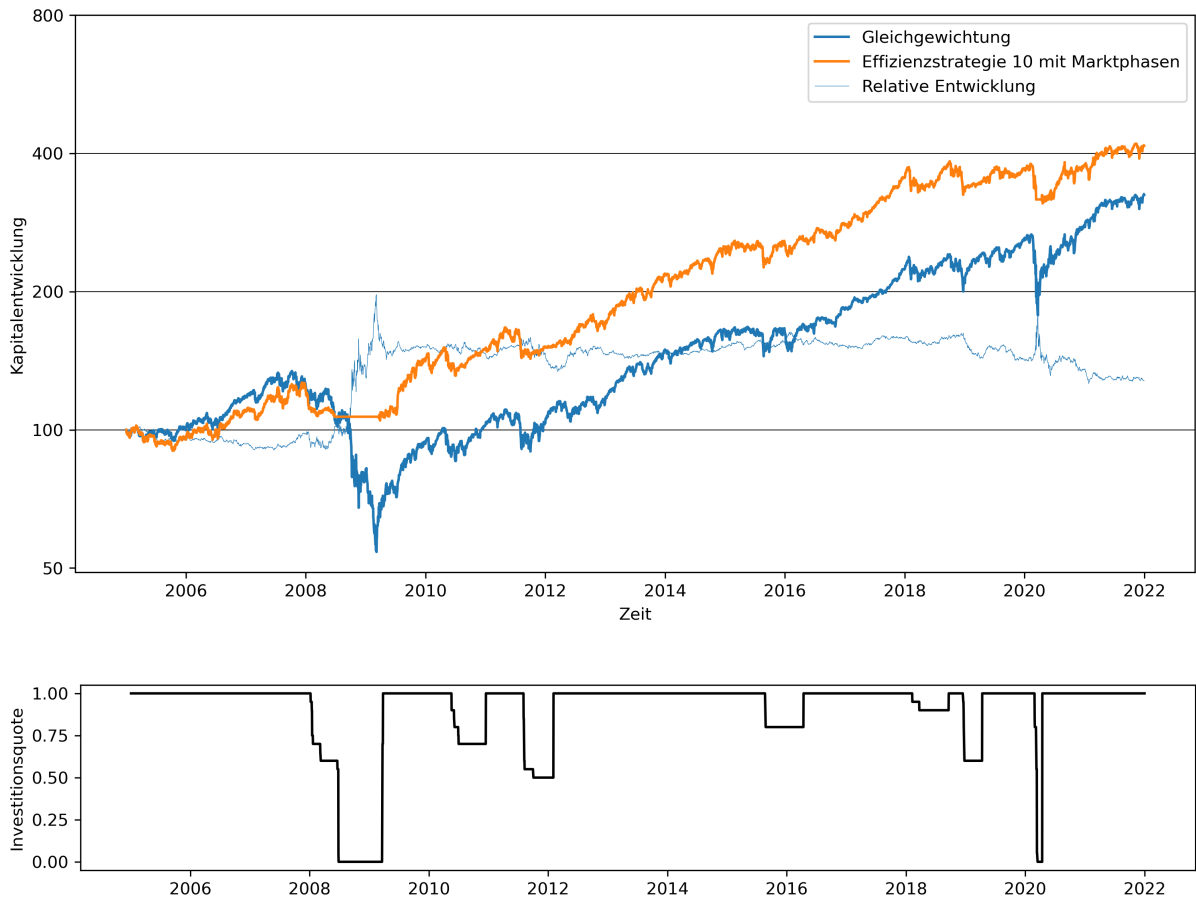


Abbildung 13: Kursentwicklung der *Effizienzstrategie 10 mit den Marktphasen* auf dem Dow30 im Vergleich zum gleichgewichteten Index mit der relativen Entwicklung. An der relativen Entwicklung kann man gut erkennen, dass wir besonders in Krisenzeiten im Vergleich zur *Gleichgewichtung* eine Überrendite erwirtschaften können.

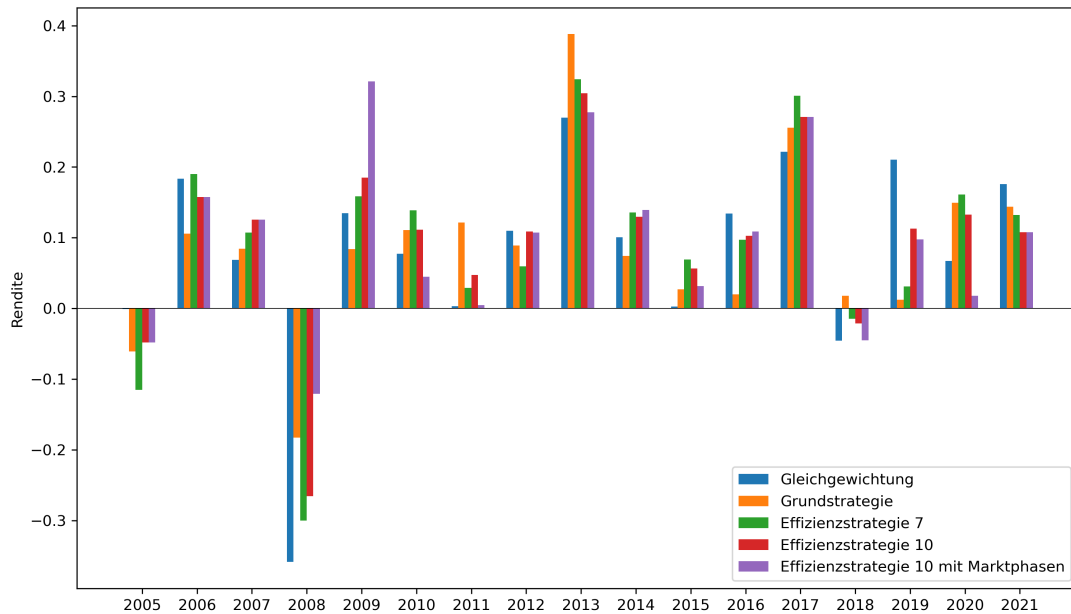


Abbildung 14: Rendite der Strategien auf dem Dow30 im Vergleich zum gleichgewichteten Index. Die *Effizienzstrategie 10 mit Marktphasen* verliert wie zu erwarten im Jahr 2008 deutlich weniger in Verhältnis zu den anderen Strategien und kann durch die Absicherung in 2009 eine deutliche Rendite aufweisen.

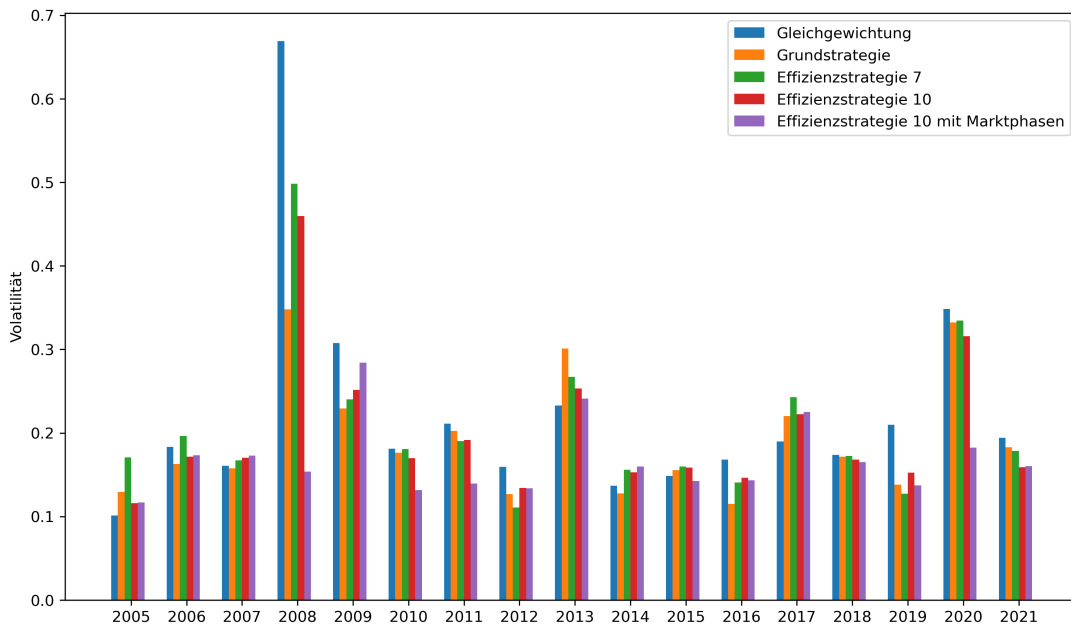


Abbildung 15: Volatilität der Strategien auf dem Dow30 im Vergleich zum gleichgewichteten Index. Auch in den Risikokennzahlen erkennen wir, dass die entwickelten Strategien deutlich konstanter durch die Krisenzeiten kommen.

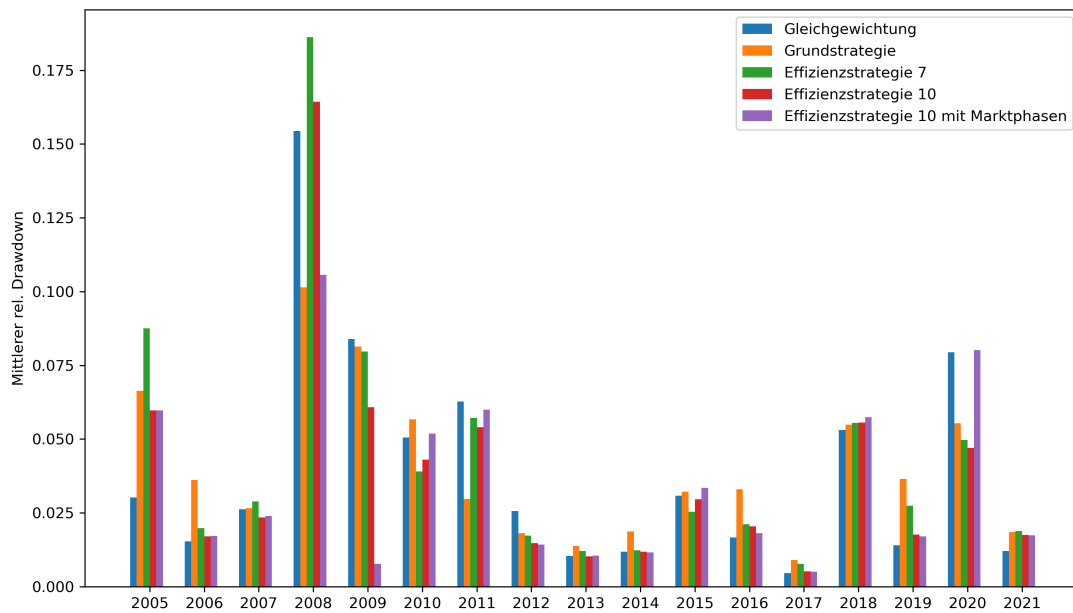


Abbildung 16: Mittlerer rel. Drawdown der Strategien auf dem Dow30 im Vergleich zum gleichgewichteten Index. In dieser Abbildung zeigt sich, dass die Investitionsquoten-Steuerung mit dem Marktphasenmodell die mittleren Rücksetzer in fast allen Perioden verringern kann.

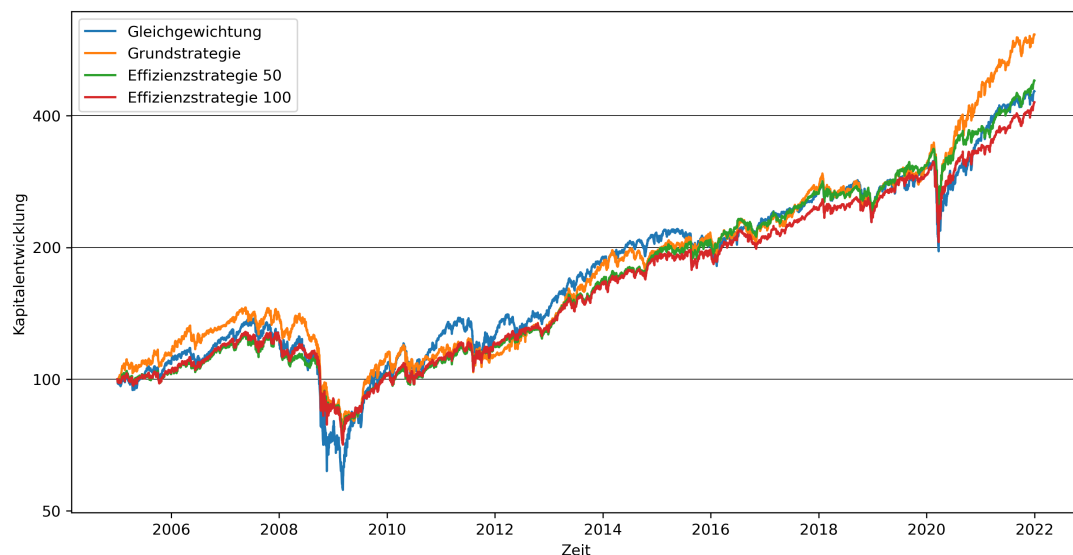


Abbildung 17: Strategien auf dem S&P500 im Vergleich zum gleichgewichteten Index. Im Gegensatz zu den Kursentwicklungen auf dem Dow30 verlaufen die Strategien auf dem S&P500 sehr ähnlich und erst gegen Ende des Betrachtungszeitraumes kann sich die *Grundstrategie* vom Rest abheben. Dies ist in dem Sinne erstaunlich, da die Strategien nur auf einem Bruchteil der Aktien des Indices beruhen.

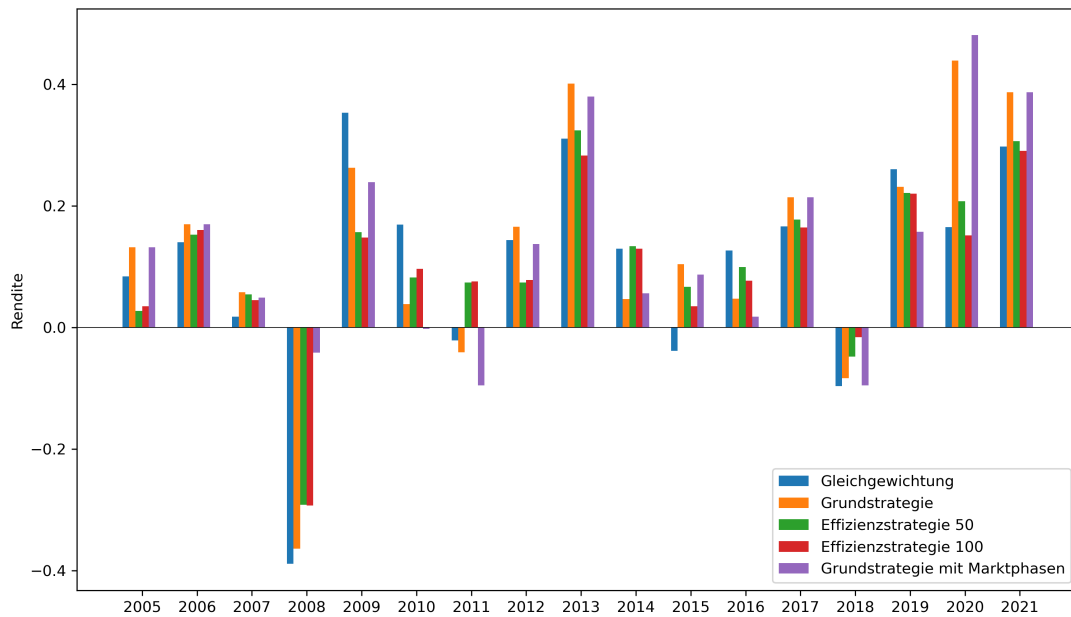


Abbildung 18: Rendite der Strategien auf dem S&P500 im Vergleich zum gleichgewichteten Index. Wir erkennen, dass uns die Absicherungen zwischen dem Ende der Finanz- und dem Beginn der Coronakrise Geld gekostet haben. Dafür verlieren wir deutlich weniger, wenn der Markt einbricht.

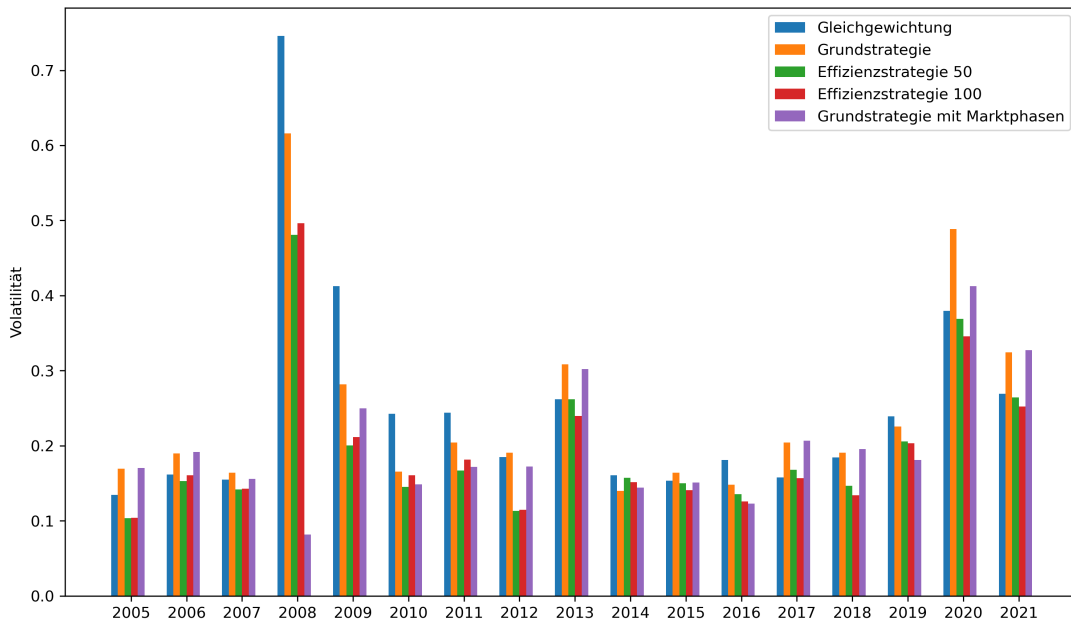


Abbildung 19: Volatilität der Strategien auf dem S&P500 im Vergleich zum gleichgewichteten Index. Hier zeigt sich ein ähnliches Bild wie in der Betrachtung der Renditen in Abb. 18. Unterm Strich lässt sich sagen, dass die Absicherung in Krisenzeiten die Volatilität deutlich verringert.

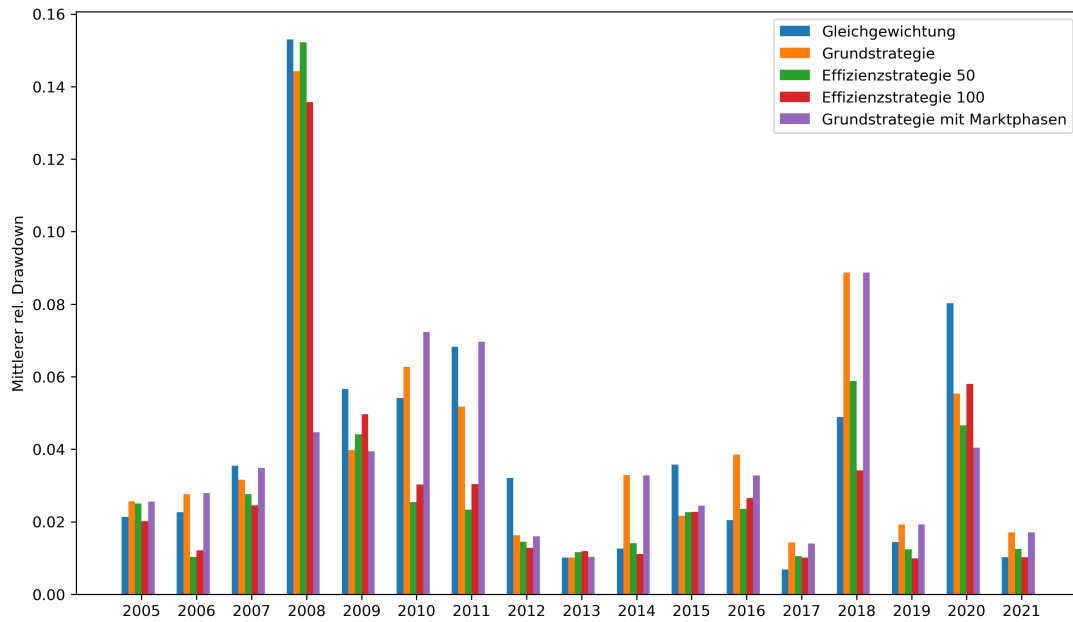


Abbildung 20: Mittlerer rel. Drawdown der Strategien auf dem S&P500 im Vergleich zum gleichgewichteten Index. Wir erkennen, dass die *Grundstrategie* tendenziell eine deutlich riskantere Strategie als die *Gleichgewichtung* darstellt, aber auch großes Potenzial birgt (vgl. Abb. 18), besonders in Kombination mit der Investitionsquoten-Steuerung.

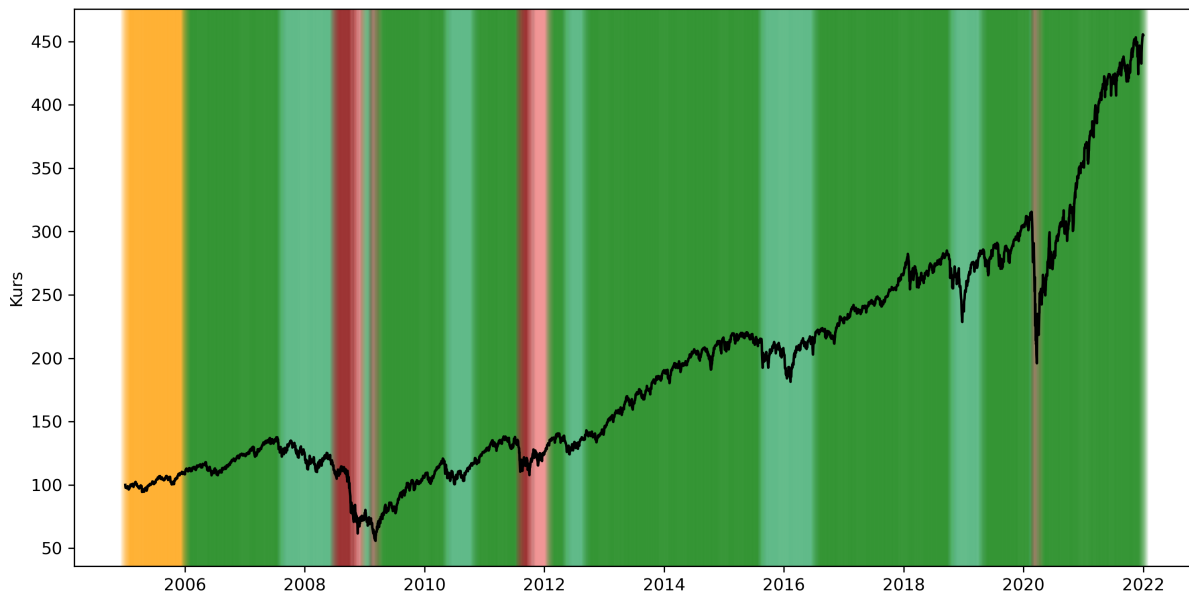


Abbildung 21: Marktphasen im S&P500 ab 2005. Dabei ist der Bullenmarkt in dunkelgrün, die Bullenkorrektur in grün, die Initialisierungsphase in gelb, der Bärenmarkt in dunkelrot und die Bärenkorrektur in rot dargestellt. Der Kursverlauf in schwarz stellt den gleichgewichteten Index dar.

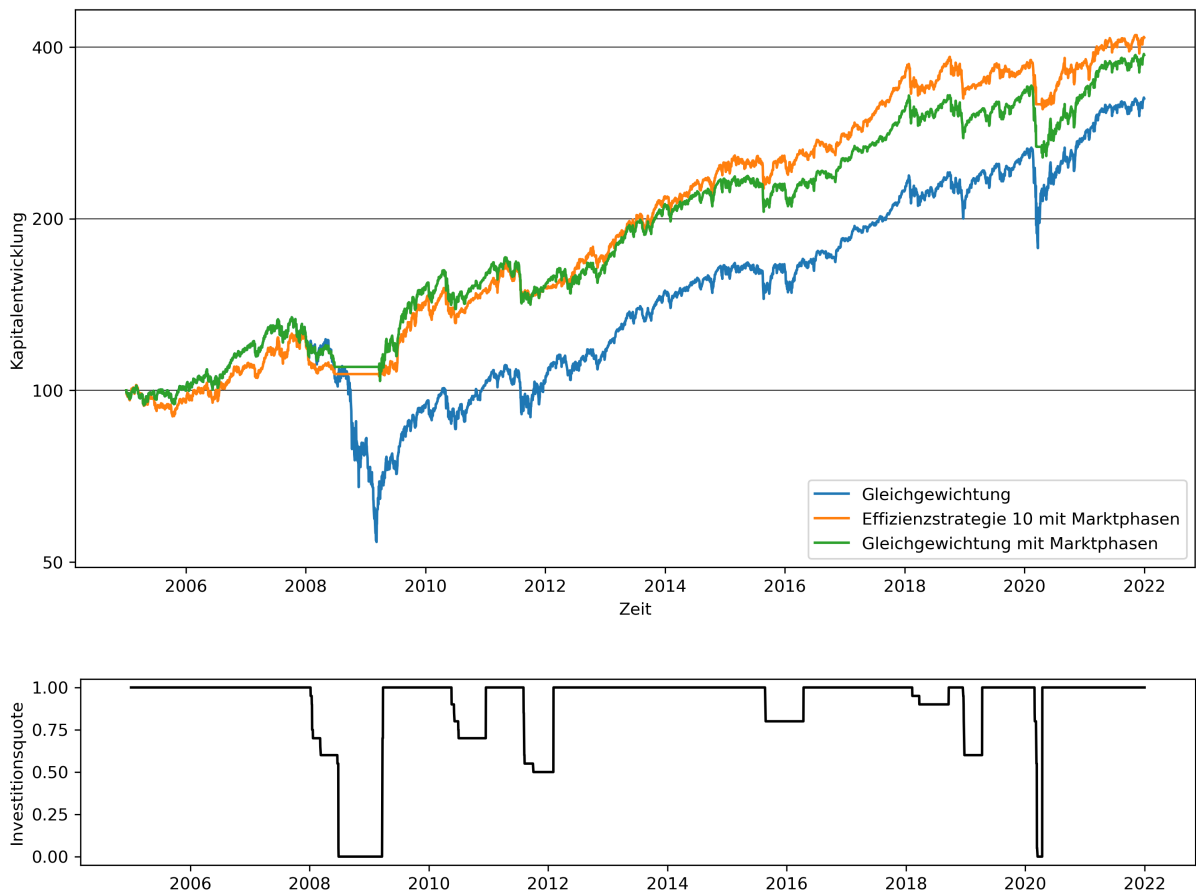


Abbildung 22: Diese Abbildung zeigt die Auswirkungen der Investitionsquote nach dem Marktphasenmodell auf den gleichgewichteten Dow30. Im Vergleich zur normalen Gleichgewichtung schaffen wir es durch das Marktphasenmodell große Rücksetzer zu vermeiden und unterm Strich eine höhere Rendite zu erwirtschaften. Letzteres ist nicht trivial, wie Abb. 23 zeigt.

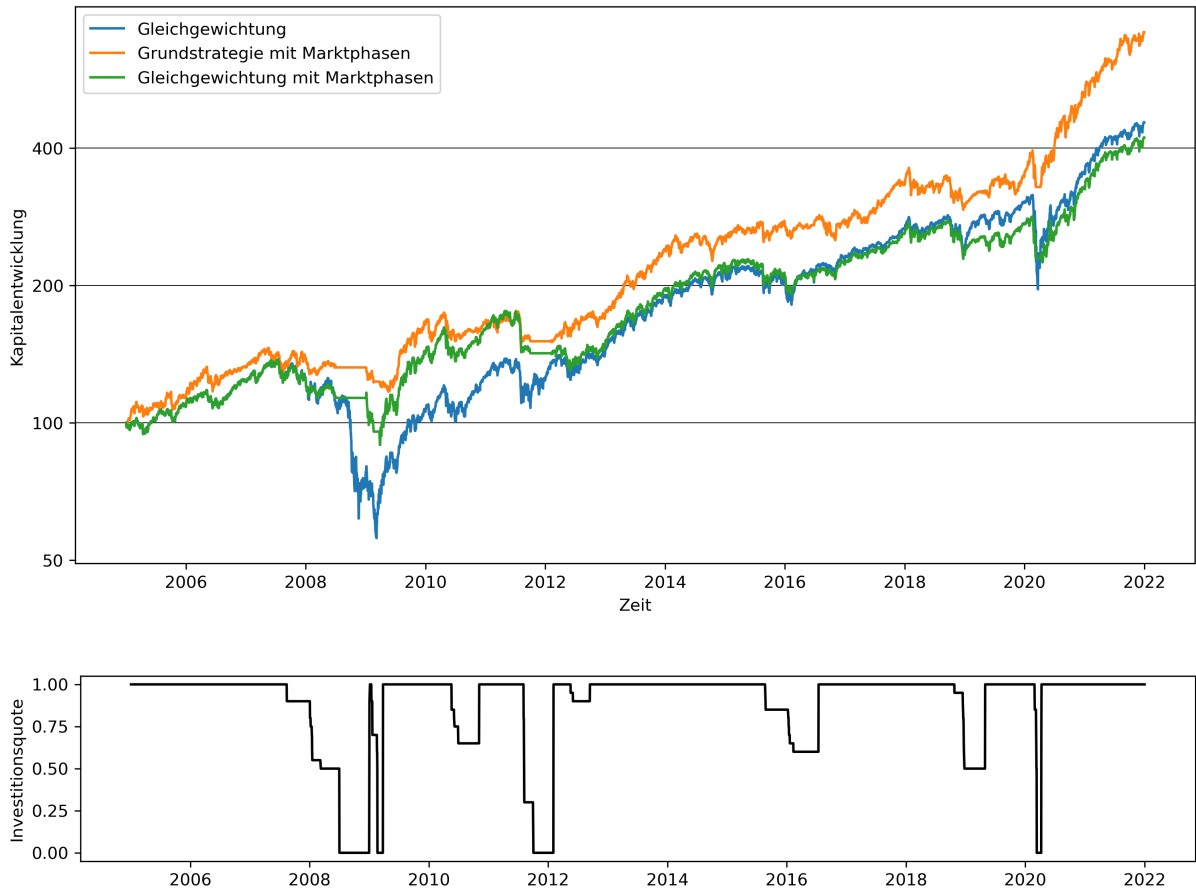


Abbildung 23: Diese Abbildung zeigt die Auswirkungen der Investitionsquote nach dem Marktphasenmodell auf den gleichgewichteten S&P500. Dabei ist es nicht trivial, dass mit Anwendung dieses Modells automatisch die Rendite verbessert wird. Der Ausstieg aus dem Markt im Jahr 2012 und auch die Verringerung der Investitionsquote im Jahr 2019 stellen sich im Nachhinein als Fehler hinaus, aber eine Absicherung des Portfolios dient in erster Linie nicht dazu Rendite zu erwirtschaften, sondern dazu große Rücksetzer zu vermeiden und dieses Ziel wird sichtlich erreicht.

Literatur

- [1] R. Kempen, S. Maier-Paape und A. Platen. *Regelbasierter langfristiger Trendhandel: Eine statistische Analyse*. 1. Frankfurter Quant-Konferenz, 2016. URL: https://www.instmath.rwth-aachen.de/~maier/presentations/MaierPaape_2016_Quant-Konferenz.pdf.
- [2] S. Maier-Paape und Q. J. Zhu. „A General Framework for Portfolio Theory. Part I: Theory and Various Models“. In: *Risks* 6.2 (2018). DOI: 10.3390/risks6020053.
- [3] H. Markowitz. „Portfolio Selection“. In: *The Journal of Finance* 7.1 (1952), S. 77–91. ISSN: 00221082, 15406261. URL: <http://www.jstor.org/stable/2975974>.
- [4] J. O. Rawlings, S. G. Pantula und D. A. Dickey. „Polynomial Regression“. In: *Applied Regression Analysis: A Research Tool*. New York, NY: Springer New York, 1998, S. 235–268. ISBN: 978-0-387-22753-5. DOI: 10.1007/0-387-22753-9_8.