

ERASMUS UNIVERSITEIT ROTTERDAM
Erasmus School of Economics
Bachelorscriptie Economie & Bedrijfseconomie

Analyse van het Verband tussen Volatiliteit en Aandeelrendement

Naam student: Jun-Hee Blok

Studentnummer: 497119

Begeleider: Dr. Rogier Quaadvlieg

Tweede beoordelaar:

Datum definitieve versie: 01-03-2022

Het geschrevene in deze scriptie is de opvatting van de auteur en niet noodzakelijk die van de begeleider, tweede beoordelaar, Erasmus School of Economics of Erasmus Universiteit Rotterdam.

ABSTRACT

Jun-Hee Blok: Analyse van het Verband tussen Volatiliteit en Aandeelrendement
(Onder begeleiding van dr. Rogier Quaadvlieg)

Ik onderzoek het verband tussen volatiliteit en aandeelrendement en vergelijk deze resultaten met eerder onderzoek in andere marktomgevingen. Dit doe ik door driemaal verschillende kwintiele portfolio's te maken en de verschillen in portfolio's op te merken en deze te vergelijken met resultaten uit onderzoek van Amerikaanse markten. Ik vind op deze wijze resultaten die overeenkomen met voorgaand onderzoek, die de volatiliteit als factor voor aandeelrendement bevestigen. Daarnaast vind ik resultaten die afwijken van voorgaand onderzoek. De veranderde marktomgeving over de gehele wereld is een belangrijke factor hierin, in welke tech-bedrijven een groter aandeel hebben in de aandelenmarkt dan voorheen. Concluderend, stel ik dat de resultaten uit deze paper een goede indicatie zijn voor de rol van volatiliteit in aandeelrendementen in de moderne Europese markt, maar dat ik vervolgonderzoek nodig acht, voordat er conclusies getrokken kunnen worden over de volatiliteit als factor voor de verwachte aandeelrendementen.

Inhoud

I.	Introductie.....	4
II.	De Systematische Volatiliteit Als Factor In De Europese Markt	6
	A. Theoretisch raamwerk	6
	B. Empirisch raamwerk	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
	B.1. Regressie van het model	8
	B.2. Het opstellen van portfolio's	9
	B.3. Resultaten van de portfolio's.....	12
III.	Het verband tussen volatiliteit en opbrengsten in de praktijk.....	14
	A. Totale volatiliteit	14
	B. Handelsstrategie	16
IV.	Conclusie.....	19
	Referenties	20

I. Introductie

Volatiliteit valt te meten in vele verschillende economische zaken. Hier vallen verhandelbare effecten onder, maar ook inflatie en munteenheden. Een bijzondere meting van volatiliteit is te vinden in de volatiliteit van aandeelopbrengsten. Deze volatiliteit beweegt namelijk niet altijd soortgelijk als andere economische volatiliteiten en is daarnaast zwak gecorreleerd met macro-economische volatiliteit, blijkt uit onderzoek van Schwert (1989). Gevolg hiervan is dat volatiliteit in aandelen moeilijk te voorspellen is met de gebruikelijke instrumenten, wat leidt tot een interessant onderwerp voor onderzoek.

Ross (1976) introduceerde het “arbitrage pricing model” (APM) als een alternatief van het “capital asset pricing model” (CAPM). Hiermee worden er meerdere factoren gebruikt in het model, ieder met zijn eigen gewicht per aandeel, waarmee de opbrengst van de aandeel voorspeld kan worden. Een bekende vorm van het arbitrage pricing model is het Fama-French drie factor model (FF-3), ontwikkeld door Fama & French (1993). Hierin zijn de drie factoren, “small-minus-big” (SMB), “high-minus-low” (HML), en het rendement van de markt bovenop het risicovrije rendement (MKT).

In hun onderzoek kwamen Ang et al. (2006) tot de conclusie dat de resultaten van hun onderzoek impliceerden dat de gevoeligheid naar marktvolatiliteit daadwerkelijk een factor dient te zijn in een correct multi-factor model. Dit zou betekenen dat aandelen met verschillende gevoeligheden voor marktvolatiliteitsveranderingen ook andere verwachte opbrengsten hebben. Met deze gedachte kunnen er aan de hand van de resultaten strategieën gevonden en gebruikt worden.

Een voorbeeld van een strategie aan de hand van volatiliteit is onderzocht door Daigler & Rossi (2006). Door het handelen in VIX futures is het mogelijk om een verhandelbaar product dat gekoppeld is aan volatiliteit aan te schaffen. Daigler & Rossi onderzochten zo of de introductie van VIX futures in de S&P500 portfolio kon leiden tot een afname in het risico van de portfolio, zonder een significante afname in opbrengst. Als er een verband te vinden is tussen de volatiliteiten van aandelen en de opbrengsten van aandelen, kan het zijn dat deze volatiliteit gebruikt kan worden als factor in een multi-factor model en dus net als Daigler & Rossi een succesvolle handelsstrategie te vinden op basis van volatiliteit.

Volatiliteit kan worden beschreven als de mate van beweeglijkheid. Voor aandelen geeft dit dus weer hoe beweeglijk de koers van het aandeel is. Dit kan worden geïnterpreteerd als een vorm van risico van het aandeel. Te verwachten is dus dat stabiele aandelen in een markt een lage volatiliteit hebben en aandelen van kleine, minder stabiele bedrijven een hoge volatiliteit hebben. De volatiliteit kan berekend worden op verschillende manieren met verschillende modellen. Baillie & DeGennaro (1990) gebruikten het GARCH model om de relatie tussen verwachte opbrengst van een portfolio en het bijbehorende volatiliteit te onderzoeken. Hierin is gebleken dat volgens hun resultaten er niet genoeg bewijs is om te concluderen dat er een verband tussen beide te vinden is. Glosten, Jagannathan & Runkle (1993) vonden in hun onderzoek soortgelijke resultaten, waarin een GARCH model geen statistisch significante relatie kon bewijzen. Ze laten zien dat het standaard GARCH-M model incorrect is voor het onderzoek en aangepast moet worden. Na aanpassingen aan het GARCH model vinden ze resultaten dat er wel degelijk een statistisch significante relatie bestaat tussen opbrengst en volatiliteit in aandelen. In deze paper wordt gebruikt gemaakt van een ander model dan het GARCH-M model. De volatiliteit wordt op een soortgelijke manier berekend als in het onderzoek van Ang et al. Deze wordt later gespecificeerd.

Het onderzoek van Ang et al. fungeert als inspiratiebron voor deze paper. Het eerste doel van de paper is het bekijken van de resultaten in een andere omgeving. Ang et al. gebruikten in hun onderzoek de S&P500 voor hun aandelen en het VIX-index als proxy voor marktvolatiliteit, tussen 1986 en 2000. De omgeving van deze paper is de Europese markt, in een moderne tijd, namelijk tussen 2010 en 2019. Een soortgelijk onderzoek wordt versimpeld gerepliceerd, met in plaats van de sensitiviteit in marktvolatiliteitsveranderingen, de volatiliteit per aandeel als hoofdvariabele.

Het tweede doel van de paper is om een simpele portfolio van volatiliteit te illustreren en te onderzoeken of dit een levensvatbare manier van investeren kan zijn. In dit doel wijkt de paper af van het onderzoek van Ang et al. Naar verwachting kan in een steekproef van deze grootte geen conclusie getrokken worden uit terugblikkende strategieën, maar zouden bijzondere resultaten verder onderzoek kunnen motiveren.

De rest van deze paper is als volgt ingedeeld. Sectie II gaat in op het eerste onderzoeksdoel. Hierin wordt eerst het theoretisch raamwerk vastgesteld, alvorens de resultaten getoond en besproken worden. Sectie III laat zien hoe in de realiteit een volatiliteitsstrategie gebruikt had

kunnen worden en wat de resultaten hiervan zouden zijn geweest. Sectie IV concludeert de resultaten van de paper.

II. De Systematische Volatiliteit Als Factor In De Europese Markt

A. Theoretisch raamwerk

Campbell's (1996) versie van het "intertemporal capital asset pricing model" (I-CAPM) geeft weer hoe opbrengsten gedeeltelijk afhankelijk zijn van risico in zowel de marktopbrengsten als veranderingen in verwachte toekomstige marktopbrengsten. Campbell gaf in zijn model echter geen aandacht aan de veranderingen van marktvolatiliteit, omdat Campbell uitging van homoskedasticiteit, i.e., een gelijkblijvende marktvolatiliteit. Dit kan problemen opleveren in onderzoek, waarin een periode aanwezig is van hoge volatiliteit. Zo vond Schwert (2011) de aanwezigheid van abnormaal hoge volatiliteit gedurende onder andere de Grote Depressie van Amerika in 1930 en de financiële crisis in Amerika in 2008. Onderzoek met zulke periodes die uitgaan van homoskedasticiteit nemen de gemiddelde marktvolatiliteit, wat kan uitmonden tot verkeerde conclusies.

Ang et al. zien het model van Chen (2002) als een verbetering van het model van Campbell. Chen voegt aan het model de sensitiviteit voor verandering van verwachte toekomstige marktvolatilititeiten toe. Uit zijn resultaten blijkt dat voor risico-averse investeerders, aandelen met een hoge verwachte opbrengst tijdens periodes met hoge marktvolatiliteit gemiddeld een lagere verwachte opbrengst hebben. Dit klinkt logisch vanwege de risico-aversiteit van die investeerders. Deze investeerders zullen in tijden van hoog risico hun consumptie verlagen en sparen.

Het onderzoek van Ang et al. gaat verder in op deze eerdere resultaten en zoekt hoe de sensitiviteit voor veranderingen in volatiliteit de opbrengst van aandelen beïnvloedt. Deze paper gaat op soortgelijke wijze verder in op de resultaten van Ang et al en zoekt of hun bevindingen ook betrekking hebben op andere markten. Met het gebruik van een APM stellen we een model bestaande uit meerdere factoren om rendementen van aandelen te verklaren. De opbrengst van aandelen kan in een multi-factor omvat worden als volgt:

$$r_{t+1}^i = \alpha_t^i + \beta_{m,t}^i (r_{t+1}^m - \gamma_{m,t}) + \beta_{v,t}^i (v_{t+1} - \gamma_{v,t}) + \sum_{k=1}^K \beta_{k,t}^i (f_{k,t+1} - \gamma_{k,t}) \quad (1)$$

Hierin is r_{t+1}^i de opbrengst van aandeel i op tijdstip $t+1$, minus het risicovrije rendement (vanaf nu wordt opbrengst minus risicovrije rendement beschreven als excess returns. Daarnaast is $\beta_{m,t}^i$ het coëfficiënt voor excess returns van de markt, $\beta_{v,t}^i$ het coëfficiënt voor veranderingen in marktvolatiliteit, en $\beta_{k,t}^i$ met $k = 1, \dots, K$ geeft de coëfficiënten weer van alle andere factoren in het model. De termen in formule (1) zijn geschreven in veranderingen van de termen. De term $r_{t+1}^m - \gamma_{m,t}$ heeft dus betrekking op de verandering van het excess market return, $v_{t+1} - \gamma_{v,t}$ is de verandering in marktvolatiliteit, en $f_{k,t+1} - \gamma_{k,t}$ is de verandering in de overige factoren. De verwachte waardes van het excess market return, de marktvolatiliteit, en de andere factoren worden respectievelijk gerepresenteerd door $\gamma_{m,t}$, $\gamma_{v,t}$, en $\gamma_{k,t}$.

De verwachte waarde van aandeel i in tijden van markevenwicht is in dit model α_t^i . Deze bestaat als volgt:

$$\alpha_t^i = E_t(r_{t+1}^i) = \beta_{m,t}^i \lambda_{m,t} + \beta_{v,t}^i \lambda_{v,t} + \sum_{k=1}^K \beta_{k,t}^i \lambda_{k,t} \quad (2)$$

Hier is $\lambda_{m,t}$ de prijs van het risico in marktopbrengst, $\lambda_{v,t}$ de prijs van het risico in marktvolatiliteit, en omvangt $\lambda_{k,t}$ de prijzen van het risico van de andere factoren.

Met behulp van deze modellen kunnen we afleiden dat aandelen met verschillen in sensitiviteit voor verandering in marktvolatiliteit ook andere opbrengsten zouden moeten geven. De factoren in het model in formule (1) zijn echter niet allemaal te meten. Daarnaast is ook niet te concluderen wat precies alle factoren in de ware formule moeten zijn, die nu worden gegeven door $f_{k,t+1} - \gamma_{k,t}$. Er moet dus gekozen worden voor een versimpeld model, met proxies ter vervanging van onmeetbare factoren.

B. Empirisch raamwerk

Het versimpelde model van formule (1) heeft als onafhankelijke variabelen het excess market return en de proxy voor volatiliteit. De markt in kwestie is de EUROSTOXX50. De proxy voor volatiliteit die gebruikt wordt in het model bestaat uit de VSTOXX indices. Verder blijft de afhankelijke variabele gelijk, namelijk het excess return van aandeel i . De VSTOXX indices zijn gebaseerd op EUROSTOXX50 optieprijzen en geven de verwachtingen weer van de toekomstige volatiliteit. Dit wordt gedaan door de wortel van de impliciete variantie te berekenen over alle opties. De data van de VSTOXX indices is genomen van Yahoo Finance. De EUROSTOXX50 is gekozen als markt. Naast dat deze index een volatiliteitsindex heeft, omvat deze markt de grootste aandelen in Europese markten. De EUROSTOXX50 index gebruikt enkel aandelen die op een markt zijn uitgebracht die de Euro gebruikt. Dit voorkomt verschillen in data vanwege verschillen in koersen en aandeelomgevingen. Deze index heeft voornamelijk aandelen uit Frankrijk en Duitsland en bestaat uit aandelen uit in totaal 8 landen. De data van de EUROSTOXX50 en de componenten ervan is allemaal genomen van Yahoo Finance. Het risicovrije rendement in dit onderzoek is genomen van de European Central Bank (ECB). De ECB geeft dagelijkse data weer over de AAA rated bonds. Er is gekozen voor de rate van obligaties gedurende 10 jaar. Deze rates zijn vervolgens omgezet naar dagelijkse risicovrije rendementen, door de wortel tot de macht n te nemen, waarbij n het aantal datapunten zijn in de steekproefperiode. Vanwege het gebrek van dagelijkse risicovrije rendementen, is er voor dit onderzoek uitgegaan van gemiddelde dagelijkse risicovrije rendementen in deze obligaties.

B.1 Regressie van het model

Om te testen of aandelen met een verschillende sensitiviteit voor veranderingen in marktvolatiliteit ook andere verwachte opbrengsten hebben, moet het model van formule (1) gebruikt worden om te zien of er een statistisch significant coëfficiënt te vinden is voor het factor van verandering in marktvolatiliteit. Omdat dit model echter onmogelijk was te gebruiken vanwege onbekende en niet te meten factoren, moet er een versimpeld model gebruikt worden. Dit versimpeld model ziet er als volgt uit:

$$r_t^i = \alpha^i + \beta_{MKT}^i MKT_t + \beta_{VSTOXX}^i VSTOXX_t + \varepsilon_t^i \quad (3)$$

Het model in formule (3) is soortgelijk aan het model in formule (1), maar heeft slechts de factor voor excess market return (MKT) en de factor die de veranderingen in volatiliteit representeert ($VSTOXX$). Verder worden de coëfficiënten voor MKT en $VSTOXX$ respectievelijk weergegeven door β_{MKT}^i en β_{VSTOXX}^i . Ang et al. gebruiken dezelfde factoren en regressiemodel, uiteraard dan met betrekking op de Amerikaanse markt.

Zoals eerder vermeld hebben onder andere Ross en Fama & French in hun eerdere modellen andere factoren beschreven, die algemeen aanvaard worden als factoren die helpen de opbrengsten van aandelen te voorspellen. Deze factoren worden niet meegenomen in het model van formule (3). Ang et al. testen in hun onderzoek echter wel of de factoren uit het FF-3 model en andere factoren via de volatiliteitsverandering hun invloed uitoefenen op de opbrengsten van aandelen. Deze controlevariabelen worden in aparte regressies nog toegevoegd om te bepalen of de volatiliteitsverandering daadwerkelijk een verband heeft met opbrengsten. Deze controles worden niet gerepliceerd in dit onderzoek om de essentie van dit onderzoek te waarborgen. Voor een compleet onderzoek naar de prijs van het risico van sensitiviteit voor marktvolatiliteitsveranderingen in de Europese markt zouden deze controles alsnog uitgevoerd dienen te worden, maar voor het versimpeld repliceren van de resultaten van Ang et al. in een andere markt wordt dit niet nodig geacht.

B.2. Het opstellen van portfolio's

De portfolio's in dit onderzoek zijn op een soortgelijke, doch andere manier opgesteld dan Ang et al. hebben gedaan. Om de simpliciteit van dit onderzoek te behouden, is er een portfolio gemaakt over de gehele steekproefperiode die onveranderd blijft, op basis van de volatiliteit van elk aandeel. Waar Ang et al. een maandelijks coëfficiënt gaven van de volatiliteitsverandering, en op basis hiervan een maandelijks portfolio maakten, heb ik de kwintiele portfolio's in dit onderzoek als volgt opgesteld:

$$r_t^i = \alpha^i + \beta_{MKT}^i MKT_t + \varepsilon_t^i \quad (4)$$

In het model in formule (4) wordt uitgegaan van het CAPM, waarin het excess return van aandeel i , weergegeven door r_t^i , wordt bepaald door een constante en een coëfficiënt voor het excess market return. Deze coëfficiënt is β_{MKT}^i en het excess market return wordt gerepresenteerd door MKT_t . Vervolgens wordt β_{MKT}^i gebruikt om de volatiliteit van aandeel i vast te stellen. In de volgende formule is te zien hoe de volatiliteit bepaald is:

$$Var(r_t^i) = \beta_{MKT}^i{}^2 * Var(MKT_t) \quad (5)$$

In formule (5) wordt β_{MKT}^i uit formule (4) gekwadraterd en vermenigvuldigd met $Var(MKT_t)$, wat de marktvolatiliteit weergeeft. Hiervoor wordt de VSTOXX gebruikt als proxy. Op deze manier wordt $Var(r_t^i)$ berekend, wat de volatiliteit weergeeft van aandeel i . Op basis van deze waardes worden de kwintiele portfolio's opgesteld, met als laagste (hoogste) volatiliteit kwintiel 1 (5). Deze portfolio's hebben aandelen met allemaal dezelfde gewichten in de portfolio's.

In tabel 1 worden de resultaten van deze portfolio's weergegeven. De berekening van de laatste drie kolommen leg ik uit, alvorens ik in ga op de resultaten van deze portfolio's. De laatste kolom geeft weer wat de gemiddelde coëfficiënt van $VSTOXX_t$ in formule (3) was per portfolio. Ook de gemiddelde p-waarde van de portfolio's worden weergegeven in tabel 1. Dit is over de gehele steekproefperiode. De resultaten van kolom "CAPM Alpha" geven Jensen's Alpha weer van het CAPM model. Jensen (1968) toonde met deze statistiek de opbrengst van een aandeel buiten de verwachte opbrengst. Een hoge alpha is dus gewenst. Deze is als volgt berekend:

$$\alpha_j = r_i - [r_f + \beta_m * (r_m - r_f)] \quad (6)$$

In het model van formule (6) is r_i de totale opbrengst van aandeel i en is r_m de totale opbrengst van de markt. De variabele r_f geeft het risicovrije rendement weer. Ten slotte is β_m de markt bèta van het aandeel. Deze geeft weer hoe aandeel i beweegt bij een stijging of daling van het excess market return ($(r_m - r_f)$).

Als laatste is er een Jensen's Alpha van het FF-3 model. Het FF-3 model ziet er als volgt uit:

$$r_t^i = a^i + \beta_{MKT}^i MKT_t + \beta_{SMB}^i SMB_t + \beta_{HML}^i HML_t + \varepsilon_t^i \quad (7)$$

In het model van formule (7) is r_t^i het excess return van aandeel i . De coëfficiënten van de factoren in het model β_{MKT}^i , β_{SMB}^i , en β_{HML}^i en zijn respectievelijk de coëfficiënten van excess market return, grootte, en waarde. Dit excess market return wordt weergegeven door MKT_t , terwijl grootte en waarde gerepresenteerd worden door SMB_t en HML_t . De Jensen's Alpha die berekend wordt, is a^i . Met algebra vinden we de constante:

$$a^i = r_t^i - (\beta_{MKT}^i MKT_t + \beta_{SMB}^i SMB_t + \beta_{HML}^i HML_t + \varepsilon_t^i) \quad (8)$$

Deze alpha is berekend met het gebruik van een regressie van het FF-3 model, waar ik de constante waarde en de p-waarde ervan neem als resultaat voor de FF-3 alpha.

Tabel 1*Resultaten van de portfolio's gesorteerd op volatiliteit*

Rang	Gemiddelde	Standaarddeviatie	Grootte	M/B	CAPM Alpha	FF-3 Alpha	VSTOXX
1	1,26567682	6,053586	10,72298	3,260833	0,1412	0,010707 [0,048]	-1,56523 [0,0092]
2	1,319508361	5,727195	10,72383	3,125	0,1429	0,011406 [0,0215]	-1,64777 [0,0076]
3	1,206855912	6,634072	10,8326	5,137	0,1253	0,010841 [0,1076]	-1,65639 [0,1167]
4	1,095156742	7,121022	10,828	2,279	0,1005	0,009837 [0,1601]	-1,55834 [0,1415]
5	0,637663513	8,499277	10,7201	1,037	0,0294	0,006253 [0,2504]	0,600914 [0,1063]
5-1	-0,62801331				-0,1118	-0,00445	

Noot. Ik heb vijf kwintiele portfolio's gemaakt, op basis van de volatiliteit van elk aandeel, zoals beschreven in formule (4) en (5). Rang geeft de portfolio aan met als rang 1 (5) de laagste (hoogste) volatiliteit. De laatste rij geeft het verschil weer tussen de vijfde en de eerste portfolio. De getallen tussen vierkante haakjes geven de gemiddelde p-waardes per portfolio weer van de data erboven. De gemiddelde en standaarddeviatie is gegeven in de gemiddelde maandelijkse opbrengst van alle aandelen per portfolio. Deze waardes zijn gegeven in de percentuele opbrengst, zonder het te verminderen van het risicovrije rendement. De grootte is de gemiddelde log van het marktkapitalisatie per portfolio. M/B geeft de gemiddelde market-to-book ratio aan per portfolio. CAPM Alpha en FF-3 Alpha geven de Jensen's Alpha's weer met betrekking tot het CAPM en het FF-3 model per portfolio. De laatste kolom geeft weer wat het coefficient is van VSTOXX voor elke portfolio, berekend volgens formule (3). De steekproefperiode is van januari 2010 tot december 2019.

B.3. Resultaten van de portfolio's

Net zoals in de resultaten van Ang et al. zijn indrukwekkende bevindingen te zien in tabel 1. Er is te zien dat de portfolio's met hogere volatiliteit gemiddeld een lagere maandelijkse opbrengst hebben dan portfolio's met een lagere volatiliteit. Te verwachten van portfolio's met

hogere volatiliteit is dat de standaard deviaties van de maandelijkse opbrengsten over het algemeen een hogere waarde hebben dan portfolio's met een lagere volatiliteit. Toch vonden Ang et al. niet geheel datzelfde resultaat in hun onderzoek. Mogelijk oorzaak hiervan is de manier van het opstellen van de portfolio's. Door het gebruik van volatiliteit om de portfolio's op te stellen zal dit duidelijker te zien moeten zijn in de standaard deviaties van de maandelijkse opbrengsten.

In de vierde en vijfde kolommen zijn de gemiddelde grootte en waarden te zien van de aandelen per portfolio. Net als in het onderzoek van Ang et al. is te zien dat hierin geen grote verschillen te zien zijn per portfolio. De grootte is aanzienlijk groter dan in het onderzoek van Ang et al., wat verwacht is aangezien dat onderzoek plaatsvond in de 20^e eeuw, waar bedrijven een stuk kleiner waren dan tegenwoordig. Opmerkelijk is dat de market-to-book ratio van de vijfde portfolio aanzienlijk lager is dan de overige portfolio's. Dat wil zeggen dat gemiddeld de aandelen in de vijfde portfolio het minst overgewaardeerd worden. Dit verschilt sterk in vergelijking met de resultaten van Ang et al. Een mogelijk oorzaak kan de marktomgeving zijn. De markt tussen 2010 en 2019 is naar verwachting anders dan de markt tussen 1984 en 2000. Technologische bedrijven en andere informatica bedrijven hebben minder assets dan andere bedrijven, waardoor de market-to-book ratio hoger zal zijn voor dit soort bedrijven. Door de opkomst van meer van deze bedrijven en de populariteit hiervan, meermaals onderzocht door onder andere Owen (2002), is het mogelijk dat bedrijven met hogere bezittingen in de huidige markten een lagere gemiddelde maandelijkse opbrengst hebben.

Ang et al. vonden indrukwekkende waarden voor Jensen's Alpha's, omdat deze lieten zien dat volgens de modellen de lagere rang portfolio's een aantrekkelijkere investering waren voor investeerders. Dezelfde indrukwekkende resultaten zijn ook in deze tabel te vinden. In de FF-3 alpha is te zien dat enkel de eerste twee portfolio's statistisch significante resultaten geven. De drie portfolio's met de hoogste volatiliteit hebben geen statistisch significante resultaten. Dit is natuurlijk te verwachten van portfolio's met hoge volatiliteit. Volgens tabel 1 geven de portfolio's met lage volatiliteit dus een hogere opbrengst die niet te verklaren is met de factoren in het model, en dus meer opbrengst gaven dan de verwachte opbrengst. Dit maakt volgens deze resultaten de aandelen met lage volatiliteit een aantrekkelijke investeringskeuze voor investeerders.

In de laatste kolom is de gemiddelde coëfficiënt te zien van elke portfolio voor de verandering in marktvolatiliteit. Ook in deze kolom is te zien dat slechts de eerste twee portfolio's statistisch significante coëfficiënten geven. Dit is te verwachten zonder controles te hebben gedaan voor andere verklarende variabelen. Anders dan in de resultaten van Ang et al. zijn de vrijwel gelijke waarden voor de eerste vier portfolio's. Enkel de vijfde portfolio is net als in Ang et al. aanzienlijk lager dan de andere portfolio's. De eerste vier portfolio's hebben hogere opbrengsten als de verandering van marktvolatiliteit negatief is, terwijl de laatste portfolio lagere opbrengsten heeft in deze situatie. Opmerkelijk aan deze resultaten is ook dat gemiddeld onder alle portfolio's deze coëfficiënt lager ligt dan in het onderzoek van Ang et al. Dit kan veroorzaakt zijn door de veranderde marktomgeving, naar een markt die anders reageert op veranderingen in marktvolatiliteit.

Zoals vermeld is er weinig af te leiden uit deze resultaten, vanwege de missende controles voor andere factoren. Voordat er conclusies getrokken kunnen worden uit de resultaten van tabel 1, moeten er testen worden gedaan voor robuustheid. Daarnaast is het ook gewenst om dezelfde regressies te doen over verschillende tijdsperioden, om te zien of de resultaten standhouden.

III. Het verband tussen volatiliteit en opbrengsten in de praktijk

A. Totale volatiliteit

In de realiteit is het interessant om te zien wat het verband tussen risico en verwachte opbrengst is. De simpelste manier om de risico te meten is om de totale volatiliteit te nemen van een aandeel, zonder rekening te houden met systematisch risico. Ik gebruik hiervoor de variantie van de excess returns van het aandeel en maak kwintiele portfolio's gesorteerd op de totale volatiliteit, weer met gelijke gewichten per aandeel. Portfolio 1 (5) heeft hierin de laagste (hoogste) volatiliteit. De resultaten zijn op dezelfde manier berekend als in tabel 1.

Tabel 2

Resultaten van de portfolio's gesorteerd op totale volatiliteit, volgens de variantie per aandeel

Rang	Gemiddelde	Standaarddeviatie	Grootte	M/B	CAPM Alpha	FF-3 Alpha
1	1,042801664	5,006998	10,87062	2,601	0,1020	0,008977 [0,0264]
2	1,031720281	6,009236	10,69424	2,266	0,0997	0,0093 [0,0726]
3	1,067714639	6,462601	10,6877	3,194	0,1078	0,009273 [0,1748]
4	1,609049885	7,370426	10,87334	5,533	0,1848	0,013784 [0,0884]
5	0,772795022	8,891496	10,70159	0,972	0,0450	0,007711 [0,2254]
5-1	-0,27000664				-0,0570	-0,00127

Noot. Ik heb vijf kwintiele portfolio's gemaakt, op basis van de totale volatiliteit van elk aandeel, berekend met de variantie per aandeel. Rang geeft de portfolio aan met als rang 1 (5) de laagste (hoogste) volatiliteit. De laatste rij geeft het verschil weer tussen de vijfde en de eerste portfolio. De getallen tussen vierkante haakjes geven de gemiddelde p-waardes per portfolio weer van de data erboven. De gemiddelde en standaarddeviatie is gegeven in de gemiddelde maandelijkse opbrengst van alle aandelen per portfolio. Deze waardes zijn gegeven in de percentuele opbrengst, zonder het te verminderen van het risicovrije rendement. De grootte is de gemiddelde log van het marktkapitalisatie per portfolio. M/B geeft de gemiddelde market-to-book ratio aan per portfolio. CAPM Alpha en FF-3 Alpha geven de Jensen's Alpha's weer met betrekking tot het CAPM en het FF-3 model per portfolio. De steekproefperiode is van januari 2010 tot december 2019.

Zoals te zien in tabel 2, zijn de resultaten niet geheel naar verwachting na de resultaten van tabel 1. Te zien aan de gemiddelde maandelijkse opbrengst, blijven de gemiddelde opbrengsten naarmate de portfolio's risicovoller worden gelijk, terwijl portfolio 4 een abnormaal hoge gemiddelde opbrengst heeft, waarna portfolio 5 de laagste gemiddelde opbrengst heeft. De standaarddeviatie is net als verwacht groeiend naarmate de volatiliteit groter wordt.

Net als in tabel 1 is de waarde echter opmerkelijk, aangezien deze mee beweegt met de gemiddelde opbrengsten. Hiervan is nogmaals mogelijk oorzaak de groei en populariteit van bedrijven met hoge market-to-book ratio.

Eveneens als in tabel 1, is te zien dat in tabel 2 de portfolio's met hoge volatiliteit een abnormaal lage alpha hebben, voor zowel de CAPM en FF3 model. De alpha's van de eerste drie portfolio's zijn relatief gelijk, terwijl de alpha's van de vierde portfolio hoger zijn. De eerste portfolio heeft statistisch significante waardes voor FF-3 alpha. De overige waardes zijn dus niet significant en er kunnen dus geen sterke conclusies worden getrokken uit deze alpha's.

De resultaten van tabel 2 zijn niet significant genoeg om een conclusie te kunnen trekken over het verband tussen totale volatiliteit en gemiddelde opbrengsten. Een oplossing hiervoor zou het gebruik kunnen zijn van een grotere steekproef en steekproefperiode. Na statistisch significante resultaten te hebben gevonden, dienen er eerst controles te worden uitgevoerd voor andere variabelen die mogelijk de gemiddelde opbrengsten kunnen verklaren. Hiermee wordt voorkomen dat variabelen waarmee de volatiliteit sterk correleert indirect via de volatiliteit hun effect uitoefenen op de opbrengst, onder de mom van het effect van volatiliteit.

B. Handelsstrategie

Een handelsstrategie is een methode om je investering te bepalen, door je te houden aan vooraf bepaalde regels en criteria. De handelsstrategie die in dit onderzoek wordt bekeken is een strategie gebaseerd op de volatiliteit van aandelen. Voor deze strategie is een 12/0/12 handelsstrategie genomen. Hierin wordt er per aandeel over een periode van 12 maanden bekeken wat de volatiliteit was, vervolgens wordt er 0 maanden gewacht om aandelen te kopen gebaseerd op de verkregen resultaten van de 12 eerdere maanden. De volatiliteit wordt berekend op dezelfde manier als in tabel 1, met formules (4) en (5). De aandelen worden ten slotte 12 maanden vastgehouden, alvorens ze verkocht worden. De opbrengst over deze periode wordt per portfolio bekeken om te kijken of het klopt dat de portfolio met de laagste volatiliteit de hoogste opbrengst had, over de 10 jaar van data van dit onderzoek. Jaarlijks worden de portfolio's opnieuw gesorteerd en gekocht. De aandelen in elke portfolio hebben hetzelfde gewicht en volgen zo de handelsstrategie van Jegadeesh & Titman (1993). Per portfolio wordt er het jaarlijks rendement op de gehele portfolio gegeven. In de laatste kolom wordt de opbrengst over de gehele 9 jaar gegeven.

In tabel 3 is weergegeven hoe de jaarlijkse opbrengsten per portfolio eruit ziet. Opvallen is dat gemiddeld de eerste portfolio de hoogste rendement heeft, maar dat dit sommige jaren flink tegenvalt. Zo zou er in 2011 een winst ongeveer 339% gemaakt zijn bij het kopen van de eerste portfolio en verkopen van de laatste, maar in 2019 een verlies van 171% gemaakt zijn bij dezelfde aankoop. Geen van de portfolio's presteert elk jaar slechter dan de eerste portfolio, wat te verwachten is in een aandelenmarkt. Toch zien de resultaten er over de gehele periode veelbelovend uit.

Conclusies over de beste handelsstrategie kunnen met deze resultaten niet gemaakt worden. Deze resultaten geven echter wel weer dat een handelsstrategie gebaseerd op volatiliteit succesvol kan zijn. Om te concluderen dat de volatiliteit daadwerkelijk een winstgevende strategie in Europa kan geven moet er meer onderzoek worden gedaan over verschillende handelsstrategieën. Dit kan voornamelijk door andere periodes te nemen om de volatiliteit te berekenen en andere periodes van het vasthouden van de portefeuilles. Het bekijken van andere Europese markten kan ook meer inzicht geven over de handelsstrategieën gebaseerd op volatiliteit.

Tabel 3

Resultaten van de portfolio's gesorteerd op de volatiliteit berekend met de handelsstrategie met periodes 12/0/12

Rang	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Totaal
1	133,902	302,4054	132,9243	78,15469	202,378	136,6277	134,3248	84,76387	277,1198	1482,601
2	22,64405	130,2306	362,9497	67,69709	219,2758	154,4391	119,5573	-120,959	291,4145	1247,249
3	-24,0968	199,521	120,6796	55,74086	14,03513	135,1805	157,9467	11,39911	274,3197	944,7257
4	-160,223	113,6406	127,753	172,9561	93,03183	193,6259	91,61938	-73,797	288,5097	847,1164
5	-204,957	190,4398	292,3117	67,43646	208,104	64,11529	139,4316	-250,902	448,4444	954,4242

Noot. Hier zijn vijf kwintiele portfolio's gemaakt, op basis van de volatiliteit van de handelsstrategie met periodes 12/0/12, uitgelegd in III.B. Rang

geeft de portfolio aan, met als portfolio met de laagste (hoogste) volatiliteit rang 1 (5). De andere kolommen geven aan om welk jaar het gaat, met als

eerste kolom de portfolio's aangeschaft in 2011, op basis van data uit 2010, enzovoort. De laatste kolom is de totale rendement over het gehele

steekproefperiode. De getallen zijn in procenten en geven de opbrengsten weer van de portfolio's, zonder dat het risicovrije rendement eraf is gehaald.

IV. Conclusie

Portfolio's op volatiliteit laten zien dat ook in de moderne Europese markt aandelen met lage volatiliteit over het algemeen gemiddeld hogere opbrengsten hebben. Dit is in lijn met het onderzoek van Ang et al. waaruit deze paper inspiratie haalt. Deze portfolio's laten verder zien dat de laagste Jensen's Alpha's te vinden zijn bij aandelen met de hoogste volatiliteit en deze het minst aantrekkelijk zijn voor investeerders.

De portfolio's zijn opgezet op basis van volatiliteit per aandeel over de gehele steekproefperiode, waarna elke portfolio onderling geanalyseerd is, waarin gekeken wordt naar de opbrengsten volgens verschillende modellen. Verder is er per portfolio bekeken wat de gevoeligheid is voor veranderingen in de marktvolatiliteit. Dit is berekend met een regressie, waarin excess returns worden voorspeld met behulp van het excess market return en de marktvolatiliteit. Door het gebrek van controles kunnen de resultaten niet gebruikt worden om conclusies van het invloed van volatiliteit op aandeelopbrengsten te trekken. Voordat een publicatie van deze paper plaats kan vinden, dienen er eerst controles voor andere factoren voor de verklaring van aandeelopbrengsten gedaan te worden. Zo is het mogelijk uit te sluiten dat al bestaande factoren voor opbrengsten, met correlatie met volatiliteit, invloed uitoefenen op aandeelopbrengsten via de volatiliteit die bestudeert wordt.

De totale volatiliteit wordt ook berekend met gebruik van de variantie van excess returns van aandelen. Hieruit blijkt dat de portfolio met de één-na-hoogste volatiliteit abnormaal hoge gemiddelde opbrengsten gaf, terwijl de portfolio met de hoogste volatiliteit abnormaal lage opbrengsten gaf. Een mogelijke verklaring is dat aandelen met een hoog risico aantrekkelijker zijn op de Europese markt, tot een bepaald punt wordt bereikt, waarna aandelen onaantrekkelijk worden.

Ten slotte laat een handelsstrategie zien dat over lange periodes de volatiliteit een succesvolle factor kan zijn voor het maken van handelsstrategieën. Vanwege externe factoren kan uit deze enkele handelsstrategie geen conclusie worden getrokken, voordat er verschillende handelsstrategieën worden toegepast, beide met en zonder het gebruik van volatiliteit, op deze en andere markten. Toch geven deze observaties reden voor vervolgonderzoek vanwege de opmerkelijke verschillen in opbrengsten per portfolio.

Referenties

- Ang, A., Hodrick, R. J., Xing, Y., & Zhang, X. (2006). The cross-section of volatility and expected returns. *The journal of finance*, 61(1), 259-299.
- Baillie, R. T., & DeGennaro, R. P. (1990). Stock returns and volatility. *Journal of financial and Quantitative Analysis*, 25(2), 203-214.
- Campbell, J. Y. (1996). Understanding risk and return. *Journal of Political economy*, 104(2), 298-345.
- Chen, J. (2002, May). Intertemporal CAPM and the cross-section of stock returns. In EFA 2002 Berlin Meetings Discussion Paper.
- Daigler, R. T., & Rossi, L. (2006). A portfolio of stocks and volatility. *The Journal of Investing*, 15(2), 99-106.
- Fama, E. F., & French, K. R. (1993). Common risk factors in the returns on stocks and bonds. *Journal of financial economics*, 33(1), 3-56.
- Glosten, L. R., Jagannathan, R., & Runkle, D. E. (1993). On the relation between the expected value and the volatility of the nominal excess return on stocks. *The journal of finance*, 48(5), 1779-1801.
- Jegadeesh, N., & Titman, S. (1993). Returns to buying winners and selling losers: Implications for stock market efficiency. *The Journal of finance*, 48(1), 65-91.
- Jensen, M. C. (1968). The performance of mutual funds in the period 1945-1964. *The Journal of finance*, 23(2), 389-416.
- Owen, S. (2002). Behavioural finance and the decision to invest in high tech stocks. School of Finance and Economics, University of Technology, Sydney.
- Ross, S. A. (1976). The arbitrage theory of Capital Asset Pricing. *Journal of Economic Theory*, 13(3), 341-360.
- Schwert, G. W. (1989). Why does stock market volatility change over time?. *The journal of finance*, 44(5), 1115-1153.
- Schwert, G. W. (2011). Stock volatility during the recent financial crisis. *European Financial Management*, 17(5), 789-805.