

Erasmus Universiteit Rotterdam
Erasmus School of Economics

Bachelorscriptie Financial Economics

Van crash in de lucht naar crash op de beurs

*Een event studie naar het effect van door technische fouten
veroorzaakte vliegtuigcrashes op de aandelenmarkt*

Coen Johan Maria Tetteroo

Studentnummer: 442190

Supervisor: dr. R.H.G.M. Cox

Datum: 13/8/2019

Abstract

In deze scriptie is het effect van vliegtuigcrashes veroorzaakt door technische fouten op aandelenprijzen onderzocht. Door middel van een event studie zijn deze effecten achterhaald voor vliegtuigbouwers en -maatschappijen en hun directe concurrenten. Gemiddeld ondervinden vliegtuigbouwers een negatief effect van 0,91 procent op de dag van de crash, significant op het één procent niveau. In de daaropvolgende dagen blijft het effect significant negatief. Vliegtuigmaatschappijen ondervinden op de dag van de crash een negatief effect van 4,00 procent, significant op het vijf procent niveau. Vanaf de vierde dag na de crash is het gemeten effect nog steeds negatief maar niet meer significant. Concurrenten van zowel de vliegtuigbouwers als de vliegtuigmaatschappijen ondervinden geen significant effect na een crash die is veroorzaakt door een technische fout. De reactie van de aandelenprijzen van vliegtuigbouwers en -maatschappijen is in dit onderzoek inefficiënt gebleken en niet in lijn met de Efficiente-Markthypothese.

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

Inhoudsopgave

1 INLEIDING	1
2 THEORETISCH KADER	4
2.1 VLIEGTUIGBOUWERS	4
2.2 VLIEGTUIGMAATSCHAPPIJEN	6
2.3 EFFICIËNTE-MARKTHYPOTHESE	8
3 DATA	10
3.1 SPECIFICATIES	10
3.2 VARIABELEN EN VOORAFGAANDE ANALYSE	12
4 METHODOLOGIE	14
4.1 EVENT STUDIE METHODE	14
4.2 HET MARKTMODEL	15
4.3 ABNORMALE RENDEMENTEN	15
4.4 SIGNIFICANTIE	17
4.5 REGRESSIE	18
5 RESULTATEN	19
5.1 VLIEGTUIGBOUWERS	19
5.2 VLIEGTUIGMAATSCHAPPIJEN	23
5.3 REGRESSIEANALYSE	28
6 CONCLUSIE	30
7 DISCUSSIE	31
REFERENTIES	32

1 Inleiding

Deze paper onderzoekt de prijsvorming van aandelen van vliegtuigbouwers en vliegtuigmaatschappijen ten gevolge van een vliegtuigcrash. Ondanks dat de veiligheid van vliegreizen is toegenomen in de afgelopen jaren en vliegen statistisch gezien geldt als een van de meest veilige manieren om te reizen (Brown, 1998; Reuters, 2019) is de kans op een crash nog steeds aanwezig, met alle gevolgen van dien.

Naast dat een vliegtuigcrash een vreselijke gebeurtenis is voor de slachtoffers en nabestaanden, is het ook een groot verlies voor betrokken bedrijven en heeft een crash financiële consequenties. Volgens Davidson, Chandy & Cross (1987) kunnen deze consequenties meerdere vormen aannemen voor vliegtuigmaatschappijen, namelijk schade aan het vliegtuig, aansprakelijkheid voor alle schade aan personen en bezittingen - in de lucht en op de grond - en het verlies van goodwill en toekomstige klanten of passagiers. Voor vliegtuigbouwers bestaan er andere vormen van verlies, namelijk wettelijke claims en een verlies aan toekomstige bestellingen.

Vliegtuigrampen zijn binnen het onderzoek naar efficiënte markten een interessant onderwerp vanwege de abrupte aard van het event. Omdat een crash onverwachts gebeurt is de verwachting dat er geen lek van informatie mogelijk is, wat impliceert dat de reactie op de aandelenmarkt na een crash volledig is. Het gaat dan om een efficiënte markt. Een markt wordt als efficiënt beschouwd wanneer de aandelenprijzen binnen die markt de volledige economische waarde van een bedrijf reflecteren (Fama, 1970).

Een accurate methode om vast te stellen wat de financiële gevolgen zijn na een crash voor een bedrijf is om te kijken naar de reactie van de aandelenprijzen van het desbetreffende bedrijf. De aandelenprijs representeert de beoordeling van investeerders over de verdisconteerde toekomstige kasstromen van een bedrijf. In andere woorden, de aandelenprijs representeert de winstgevendheid van een bedrijf (Chance & Ferris, 1987). Wanneer de prijs van een aandeel negatief reageert op een crash geeft dit aan dat investeerders lagere of meer risicovolle kasstromen verwachten in de toekomst.

Er is al veel onderzoek gedaan naar het effect van vliegtuigcrashes op de aandelenmarkt. Voornamelijk het effect van een crash op de aandelenprijzen van vliegtuigmaatschappijen is al veelvuldig onderzocht. Zo vonden Chance & Ferris (1987) evenals Davidson et al. (1987) een negatief effect. Echter, het effect van een

crash op de aandelenprijzen van vliegtuigbouwers is relatief veel minder behandeld in de wetenschap. Chance & Ferris (1987) vonden geen effect waar Chalk (1987) daarentegen wel een negatief effect vond voor de betrokken vliegtuigbouwers bij de crashes. Ook Walker, Thiengtham & Lin (2005) vonden een negatief effect.

Daarnaast wordt de aard van een crash alleen bij een klein aantal onderzoeken meegenomen terwijl uit die onderzoeken blijkt dat de aard van een crash - zoals een menselijke fout, technische fout of kaping - weldegelijk verschil maakt voor de prijsvorming van aandelen voor vliegtuigbouwers of -maatschappijen na een crash (Chalk, 1987; Krieger & Chen, 2015; Walker et al., 2005). Een crash veroorzaakt door de natuur, zoals vliegende vogels nabij een vliegveld waardoor deze in de motor kunnen geraken, heeft bijvoorbeeld een relatief klein effect. Kapingen of terroristische aanslagen zorgen daarentegen voor een relatief groot effect voor vliegtuigmaatschappijen vanwege het gekrenkte veiligheidsgevoel van (toekomstige) passagiers. Technische fouten zijn voornamelijk te wijten aan vliegtuigbouwers waardoor deze het negatieve effect hiervan waarschijnlijk ondervinden.

Verder wordt er bij deze onderzoeken niet gekeken naar het effect van een crash op de aandelenprijzen van rivaliserende bedrijven, zoals onderzocht door Borenstein & Zimmerman (1988), Bosch, Eckard & Singal (1998) en Ho, Qiu & Tang (2013) voor vliegtuigmaatschappijen. Waar Borenstein & Zimmerman (1988) geen effect vonden voor rivaliserende vliegtuigmaatschappijen, kwam uit het onderzoek van Bosch et al. (1998) naar voren dat directe rivalen, vliegtuigmaatschappijen die dezelfde routes vliegen, een positief effect ondervonden van een crash. Daarnaast ondervonden niet-rivaliserende vliegtuigmaatschappijen een negatieve prijsreactie. Ho et al. (2013) vonden dat rivalen bij een relatief kleinere crash (lees: minder slachtoffers) een positief effect ondervonden, maar dat bij een grote crash de gehele markt een negatief effect ondervond.

In de literatuur betreffend op dit onderwerp is dus nog ruimte voor verdere interpretatie en onderzoek naar resultaten. In het bijzonder zal dit onderzoek zich spitsen op de reactie van de aandelenmarkt op vliegtuigcrashes veroorzaakt door een technische fout middels de volgende onderzoeksvraag:

Hoe reageert de aandelenmarkt op vliegtuigcrashes die zijn veroorzaakt door technische fouten?

Met de aandelenmarkt wordt hier bedoeld, de vliegtuigmaatschappij waarvan het vliegtuig is gecrasht en de vliegtuigbouwer die het toestel gemaakt heeft. Verder vallen hier ook de rivalen van deze twee bedrijven onder. De effecten van de crashes op de aandelenprijzen van zowel vliegtuigbouwers als vliegtuigmaatschappijen zullen onderzocht worden middels een event studie. Gegevens over de aandelenprijzen van deze bedrijven zullen gebruikt worden alsmede de informatie over de crashes en dier oorzaken. Met deze data worden de abnormale rendementen (AR) rondom de desbetreffende crash berekend en zullen deze resultaten getest worden op significantie.

Dit onderzoek zal verschillende aspecten van vorige papers combineren om tot een antwoord te komen op de onderzoeksvraag. Verwacht wordt dat het effect van zo een crash voor de betreffende vliegtuigbouwer en -maatschappij hetzelfde zullen zijn als in eerdere papers. De toevoeging van dit onderzoek aan bestaande literatuur zal echter bestaan uit het effect van crashes op rivaliserende vliegtuigbouwers. Een dergelijk effect is nog niet eerder onderzocht. Ook is het onbekend of crashes door alleen technische fouten een effect hebben op rivaliserende vliegtuigmaatschappijen.

Daarnaast is deze paper ook een toevoeging aan de bestaande literatuur vanwege de recentheid. De laatste onderzoeken hebben een periode onderzocht die gaat tot en met 2013. Dit onderzoek zal data van crashes verzamelen over een tijdspanne van ongeveer 31,5 jaar, namelijk van 1 januari 1988 tot en met mei 2019. In deze periode zijn ook de twee meest recente crashes van de Boeing 747's meegenomen, van 29 oktober 2018 en 10 maart 2019, waarbij in totaal 346 mensen zijn omgekomen. Naar alle waarschijnlijkheid (het definitieve oordeel moet nog komen nadat de onderzoeken naar de crashes zijn afgerond) zijn ook deze twee crashes veroorzaakt door een technische fout (Aviation Safety Network, 2018, 2019).

Om de onderzoeksvraag te beantwoorden, zal deze paper de volgende structuur aannemen. In het volgende hoofdstuk zal de bestaande literatuur betreffende op het effect van crashes op de aandelenmarkt kritisch behandeld worden. Gebaseerd op de theoretische achtergrond die deze literatuur verschaft, zullen er hypothesen opgesteld worden. Vervolgens zal het proces van data analyse en verzameling besproken worden, alsmede de toegepaste onderzoeksmethode. Nadat de resultaten getoond en besproken zijn, zullen de beperkingen van dit onderzoek aan bod komen. Als laatste zal er geconcludeerd worden en worden mogelijke aanbevelingen voor vervolgonderzoek genoemd.

2 Theoretisch Kader

Zoals besproken in de introductie zal hier de bestaande literatuur over het effect van vliegtuigcrashes op de aandelenmarkt en de efficiënte-markthypothese behandeld worden waaruit vijf hypothesen worden opgesteld om zo de onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden.

2.1 Vliegtuigbouwers

Er is al eerder onderzoek gedaan naar het effect van een vliegtuigcrash op de aandelenprijzen van vliegtuigbouwers. Chance & Ferris (1987) deden onderzoek naar dit effect voor zowel vliegtuigbouwers als vliegtuigmaatschappijen. Voor de vliegtuigbouwers gebruikten zij een dataset van 32 crashes tussen 1962 en 1985, maar vonden geen significant effect. Echter, zij maakten in hun onderzoek geen onderscheid tussen de verschillende oorzaken van de crashes. Uit ander onderzoek blijkt dat wanneer een vliegtuig crasht vanwege een technische fout er een negatief significant effect is voor de betrokken vliegtuigbouwer op de aandelenmarkt. Zo maakte Chalk (1987) in zijn onderzoek wel onderscheid tussen de oorzaken van de crashes en linkte de crash aan de vliegtuigbouwer wanneer de waarschijnlijke oorzaak een technische fout was, anders aan de vliegtuigmaatschappij. Zijn sample van 1966 tot 1981 telde 76 crashes, waarvan 23 gelinkt aan vliegtuigbouwers. Hij vond een significant negatief abnormaal rendement van 0,97 procent voor de eerste handelsdag na de crash en voor de derde en achtste handelsdagen een negatief effect van 2,80 respectievelijk 4,84 procent, beide significant. Ook Walker et al. (2005) gebruikten de verschillende oorzaken van een crash in hun onderzoek. Zij gebruikten een set van 138 crashes tussen 1962 en 2003 van in de Verenigde Staten beursgenoteerde vliegtuigmaatschappijen en 107 crashes van in de Verenigde Staten beursgenoteerde vliegtuigbouwers. Door het gebruik van dummyvariabelen voor de verschillende oorzaken van een crash, kwamen zij op een significant negatief effect van 1,60 procent wanneer het ging om een technische fout versus een significant negatief effect van 0,90 procent wanneer de oorzaak anders was. In een later onderzoek van Walker, Walker, Thiengtham & Pukthuanthong (2014) deden zij eenzelfde onderzoek met een sample van 136 crashes gekoppeld aan vliegtuigbouwers die beursgenoteerd waren in de Verenigde Staten. Ook in dit onderzoek kwam een significant negatief effect naar

voren, namelijk 1,90 procent wanneer de oorzaak gelinkt werd aan een technische fout tegenover 1,12 procent bij een andere oorzaak.

Als laatste is er een paper gepubliceerd van Krieger & Chen (2015) die met een dataset van 137 crashes het effect van een crash op de aandelenmarkt van vliegtuigbouwers onderzocht hebben. Hierin deden zij onderzoek met de gehele sample, dat bestond uit iedere crash met slachtoffers tussen 1980 en oktober 2013, en een kleinere sub sample dat bestond uit iedere crash als gevolg van een technische fout. Waar zij voor de gehele sample een negatief effect vonden, dat tot dag vijf na de crash significant was rond de 0,50 procent, vonden zij voor de subgroep een sterker negatief effect dat significant bleek tot op de dertigste dag na de crash voor vliegtuigbouwers, namelijk 0,69 procent op de dag van de crash, een negatief cumulatief abnormaal rendement op dag vier van 1,13 procent en op dag 30 2,31 procent.

Afgaande op de hierboven genoemde bevindingen uit eerder onderzoek, wordt verwacht dat er een significant negatief effect wordt gevonden voor beursgenoteerde vliegtuigbouwers na een crash ten gevolge van een technische fout. De eerste hypothese (H1) is als volgt:

H1: H_0 : De aandelenprijs van de maker van het vliegtuig reageert negatief op een crash.

Vervolgens zal er gekeken worden naar de directe concurrenten van de betreffende vliegtuigbouwer. Eerder onderzoek binnen de commerciële vliegindustrie naar rivalen van vliegtuigmaatschappijen laat verschillende resultaten zien. Zo deden Borenstein & Zimmerman (1988) onderzoek naar een verschuiving van passagiers na een crash middels een sample van 91 crashes maar vonden geen effect. Barnett, Menighetti & Prete (1992) onderzochten de DC-10 crash uit 1989 nabij Sioux City om te kijken of de crash een gedragsverandering bij passagiers teweeg bracht. In de eerste paar weken na de crash vloog meer dan een-derde van passagiers die normaal met de DC-10 gevlogen hadden met een ander toestel. Echter, het passagiersaantal steeg binnen twee maanden na de crash weer naar een niveau dat binnen de tien procent zou liggen wanneer de crash niet gebeurd zou zijn. Dit gebeurde zonder prijsverlaging voor tickets. Verder testten Bosch et al. (1998) de hypothese dat consumenten na een crash ruilen van maatschappij of ervoor kiezen minder te vliegen. Zij vonden een

positieve prijsreactie voor vliegtuigmaatschappijen die een directe rivaal waren van de vliegmaatschappij waarvan het toestel gecrasht was vanwege passagiers die overstapten en een negatief effect voor niet-rivaliserende vliegtuigmaatschappijen doordat de totale vraag naar vliegreizen gedaald was. Ook Ho et al. (2013) deden onderzoek naar deze rivaliteit. Naast een effect voor rivalen, waarbij rivalen een positief effect ondervonden na een kleine crash maar een negatief effect na een grote crash, vonden zij ook een negatief verband tussen het aantal slachtoffers van een crash en de grootte van het effect voor vliegtuigmaatschappijen. Hoe meer slachtoffers, hoe negatiever de reactie op de aandelenmarkt.

Er is niet eerder onderzoek gedaan naar rivaliteit tussen vliegtuigbouwers na een crash zoals hierboven beschreven voor vliegtuigmaatschappijen. In dit onderzoek wordt berekend of deze beursgenoteerde concurrenten een positief effect ondervinden, bijvoorbeeld door een substitutie effect, ofwel een negatief effect, doordat een crash zorgt voor een vertrouwensprobleem bij investeerders over de gehele markt. De tweede hypothese (H2) luidt:

H2: H₀: De aandelenprijzen van de rivaliserende vliegtuigbouwers reageren minder negatief of positief op een crash.

2.2 Vliegtuigmaatschappijen

Aangezien aangenomen wordt dat de schuld van een crash door een technische fout ligt bij de maker van het vliegtuig is het interessant om te kijken wat het effect van een crash is voor de aandelenprijs van de vliegtuigmaatschappij waarvan het gecrasht vliegtuig was. Uit meerdere onderzoeken komt naar voren dat vliegtuigmaatschappijen een negatieve verandering van de aandelenprijs ondervinden na een crash. Zo onderzochten Chance & Ferris (1987) met een dataset van 46 crashes de financiële consequenties voor vliegtuigmaatschappijen. Middels een event studie vonden zij een significant negatief effect van 1,18 procent op de dag van de crash. Barret, Heuson, Kolb & Schropp (1987) vonden ook een significant negatief abnormaal rendement van gemiddeld 0,04 procent op de dag van de crash voor een dataset van 78 crashes van 1962 tot en met 1985. Davidson et al. (1987) vonden datzelfde jaar middels een event studie met 57 crashes een significant negatief effect van 0,78 procent. Daarnaast bestudeerden zij ook de meest dodelijke crashes, waarvoor zij een negatief effect van 2,89 procent vonden. Dit was significant op het vijf procent niveau,

en komt overeen met de eerder besproken bevindingen van Ho et al. (2013) over de relatie tussen het effect van een crash en dodelijke slachtoffers. De prijzen herstelden echter weer in de vijf dagen na de crash. Bosch et al. (1998) vonden met een sample van 22 crashes tussen 1978 en 1996 een significant negatief abnormaal rendement van 1,17 procent. Daarnaast vonden zij een negatief cumulatief abnormaal rendement voor dag één en twee na de crash van respectievelijk 2,10 en 2,67 procent, beiden significant op het vijf procent niveau. Met een set van 138 crashes vonden Walker et al. (2005) een significant negatief effect gedurende dag een na de crash van 2,80 procent. Verder vonden zij een significant negatief CAR van 3,88 procent voor de gehele week na de crash. De CAR blijft significant en negatief tot een half jaar na de crash. Kaplanski & Levy (2010) gebruikten een set van 288 crashes tussen 1950 en 2007 en vonden een significant negatief effect van 0,16 procent op de eerste dag na de crash. Verder vonden Ho et al. een significant negatief effect van 1,58 procent op de dag van de crash op een 0,1 procent significantieniveau. Ook vonden zij voor hun gehele event periode, de dag van de crash tot en met 25 dagen na de crash, significante negatieve cumulatieve abnormale rendementen. Voor de CAR van de laatste dag vonden zij 2,94 procent. Als laatste deden ook Walker et al. (2014) onderzoek naar het effect van crashes op aandelenprijzen van vliegtuigmaatschappijen. Zij ontdekten een significant negatief effect van 2,12 procent op de eerste dag na de crash en na 7 dagen een CAR van -4,51 procent, ieder significant op het 0,1 procent significantieniveau.

Het is echter de vraag of vliegtuigmaatschappijen een zelfde effect ondergaan wanneer er alleen crashes onderzocht worden door toedoen van een technische fout. Uit de onderzoeken van Chalk (1987), Walker et al. (2005) en Walker et al. (2014), waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen de verschillende oorzaken van een crash voor vliegtuigbouwers en -maatschappijen, komt niet naar voren welk effect een vliegtuigmaatschappij ondervindt wanneer de oorzaak van een crash wordt toegeschreven aan een technische fout. Ondanks dat de variabele voor een technische fout insignificant is voor vliegtuigmaatschappijen in de papers van Walker et al. (2005) en Walker et al. (2014), zijn de gevonden effecten wel negatief. Walker et al. (2005) vinden een insignificant cumulatief negatief effect van 3,96 procent op de eerste dag na een crash. Walker et al. (2014) vinden een insignificant cumulatief negatief effect voor diezelfde tijdsperiode van ongeveer 5,00 procent. Wanneer er een effect plaatsvindt, kan dit in de dagen na de crash ook weer teruggedraaid worden op de aandelenmarkt, waaruit blijkt dat het een overreactie betreft. Ook zou er geen effect

plaats kunnen vinden. Bovengenoemde papers in acht nemend wordt er uitgegaan van een negatief effect voor de betrokken vliegtuigmaatschappij. De derde hypothese (H3) is als volgt:

H3: H₀: De aandelenprijs van de betrokken vliegtuigmaatschappij reageert negatief op de crash.

Zoals eerder beschreven tussen de eerste en tweede hypothesen is er al eerder onderzoek gedaan naar de rivaliteit tussen vliegtuigmaatschappijen. Wanneer er een effect wordt gevonden bij H3, zal de volgende hypothese (H4) getest worden:

H4: H₀: De aandelenprijzen van de niet betrokken vliegtuigmaatschappijen reageren negatief of positief op de crash.

2.3 Efficiënte-Markthypothese

Wanneer de eerder genoemde hypothesen getest zijn, zal er gekeken worden of de resultaten van het onderzoek in lijn zijn met de Efficiënte-Markthypothese (EMH). Zoals vermeld in de inleiding van deze paper is een markt efficiënt wanneer alle beschikbare informatie snel wordt verwerkt in de aandelenprijzen na een event. Zo vonden Chance & Ferris (1987) alleen een effect op de dag van de crash. Zij concluderen dat de markt efficiënt is. Ook Barrett et al. (1987) vonden alleen een effect op de eerste dag na de crash, net als Davidson et al. (1987) en Kaplanski & Levi (2010).

In andere papers worden echter effecten gevonden op dagen verder weg van de crash. Chalk (1987) vond een significant effect op de eerste dag na de crash maar ook op de derde en achtste dag. Bosch et al. (1998) vond naast een effect op de dag van de crash en de daaropvolgende, ook op de tweede dag na de crash een significant negatief effect. Ook in nieuwer onderzoek zijn er abnormale rendementen gevonden op latere dagen (Ho et al., 2013; Krieger & Chen, 2015; Walker et al., 2005; Walker et al., 2014).

In het kader van vliegtuigcrashes kan het echter zijn dat informatie langzamer publiekelijk wordt dan gelijk op de dag van de crash of de eerstvolgende dag (Kaplanski & Levi, 2010). Er kunnen zelfs maanden of jaren voorbij gaan voordat de oorzaak van een crash vastgesteld is door onderzoeksinstanties. Er kan daarom niet altijd gesproken worden over een inefficiënte markt wanneer er abnormale

rendementen na 2 dagen na de crash of later gevonden worden. Informatie over een crash op zee zal langzamer bekend zijn dan een crash in een dichtbevolkt gebied.

Ondanks dat er verschillende redenen zijn waarom informatie langzamer op de markt komt, zal alsnog getracht worden een conclusie te trekken over de efficiëntie van de markt met de volgende hypothese (H₅):

H₅: H₀: De reactie van de aandelenprijzen op de crash is in lijn met de EMH.

Hierbij wordt er van uitgegaan dat de markt inefficiënt is wanneer een significant effect wordt gevonden op of na de tweede dag na de crash.

3 Data

Gegevens over de verschillende crashes is gehaald uit verscheidene databases. De data is allereerst verkregen uit de database van Aviation Safety Network (ASN). Vervolgens zijn de gegevens geverifieerd aan de hand van een andere database, namelijk die van de National Transportation Safety Board (NTSB). Verder is een laatste check gedaan met de data via de database van planecrashinfo.com. Ook de databank van Bureau of Aircraft Accidents Archives (BAAA) is hiervoor gebruikt. Er zijn hierbij geen verschillen in informatie gevonden. De dagelijkse aandelenprijzen van vliegtuigbouwers en -maatschappijen zijn gehaald uit de Datastream database, alsmede de marktindices die nodig zijn voor deze event studie. De data is geselecteerd van januari 1988 tot en met mei 2019. Alleen bedrijven waarvan data over de rendementen van hun aandelen bekend is in Datastream zijn meegenomen in dit onderzoek. De crashes die in dit onderzoek gebruikt worden zijn die van commerciële passagiersvluchten, geen vrachtluchten of gecrashte Defensie toestellen. Tussen de crashes zit een minimum aantal van honderd handelsdagen.

3.1 Specificaties

Om geselecteerd te worden voor dit onderzoek, moesten de crashes aan bepaalde criteria voldoen. Allereerst moest de oorzaak van de crash enigszins toegewezen worden aan een technische fout. Bij onzekere berichtgeving over deze oorzaak in de databases is de crash alsnog meegenomen. Naast de oorzaak moest een crash ook minstens één dodelijk slachtoffer tot gevolg hebben. Zoals besproken in het vorige hoofdstuk kan het zijn dat er een relatie tussen het aantal dodelijke slachtoffers en het effect van een crash bestaat. Daarnaast geldt dit ook als criterium in voorafgaand onderzoek. De crashes die in dit proces geselecteerd zijn konden wereldwijd gebeurd zijn en het toestel van iedere beursgenoteerde vliegtuigbouwer of -maatschappij.

Omdat dit onderzoek een event studie betreft en dus kijkt naar de prijsreactie op de aandelenmarkt na een crash, is de oorzaak die genoteerd is in de databases niet voldoende. Een onderzoek naar de oorzaak van een crash kan namelijk maanden of jaren duren, waardoor er in dit onderzoek niet van uit kan worden gegaan dat de uiteindelijke oorzaak al daags na de crash bekend was. Om te controleren of de oorzaak net na de crash enigszins werd toegewezen aan een technische fout, is voor iedere

crash gekeken in de LexisNexis database. De LexisNexis is een database die bestaat uit archieven van kranten, tijdschriften en ander drukwerk. Zodoende is voor iedere crash vastgesteld wat toentertijd de berichtgeving was over de oorzaak.

Niet bij iedere geselecteerde crash was er zowel een beursgenoteerde vliegtuigbouwer als -maatschappij. Bij sommige crashes was alleen de bouwer beursgenoteerd. Dit resulteert in twee verschillende databases voor respectievelijk de eerste en derde hypothesen.

Voor de tweede hypothese, namelijk de rivalen van de desbetreffende vliegtuigbouwer, is in dit onderzoek alleen gekeken naar andere beursgenoteerde vliegtuigbouwers voor commerciële vliegtuigen in de tijd van de crashes geselecteerd voor hypothese één. Bedrijven die in dezelfde markt opereren, de lucht- en ruimtevaart, maar geen directe rivaal zijn omdat zij geen passagiersvliegtuigen bouwen, zijn niet meegenomen. Voor hypothese vier is in navolging van het onderzoek van Bosch et al. (1998) gekeken naar de route die het vliegtuig vloog. Waar Bosch et al. (1998) gebruik konden maken van een Amerikaanse database waarin stond welke vliegtuigmaatschappijen dezelfde routes vlogen, is een dergelijke database niet beschikbaar voor de rest van de wereld. In dit onderzoek is voor de crashes tijdens een internationale vlucht gekeken naar maatschappijen die dezelfde route vlogen vanaf een nabij gelegen vliegveld. De reden voor de genoemde selectieprocedure van de tweede en vierde hypothese is omdat de Orbis database, waar informatie over concurrerende bedrijven in staat, niet voor iedere crash gebruikt kon worden omdat het historische financiële gegevens voorafgaand aan het jaar 2000 niet ondersteund.

In Tabel 1 staan de samenvattende statistieken van de vier databases gebruikt voor dit onderzoek. Voor de eerste hypothese is een dataset gebruikt ter grootte van 44 crashes, waarbij in totaal 4243 mensen zijn omgekomen. Voor de derde hypothese bleken alleen zes crashes te voldoen aan alle criteria. Een totaal van respectievelijk 170 en 23 concurrerende bedrijven is meegenomen in het onderzoek voor hypothese twee en vier. Voor de vierde hypothese zijn alleen vier van de zes crashes meegenomen, daar twee crashes gebeurd zijn tijdens een nationale vlucht. Hierbij konden geen rivalen geselecteerd worden.

Tabel 1
Samenvattende statistieken

	Vliegtuigbouwers	Vliegtuigmaatschappijen
Crashes	44	6
Eerste crash	15-09-1988	15-11-1990
Laatste crash	11-03-2019	01-06-2009
Totaal aantal slachtoffers	4243	862
Min. aantal slachtoffers	2	45
Max. aantal slachtoffers	265	230
Gebruikte crashes rivalen	44	4
Totaal aantal rivalen	170	23

3.2 Variabelen en voorafgaande analyse

Naast de oorzaak van de crash en het aantal slachtoffers in de lucht en op de grond, is er meer informatie verzameld. Per crash is genoteerd welke vliegtuigbouwer en -maatschappij betrokken waren. Vervolgens is gekeken waar de aandelen van de desbetreffende bedrijven verhandeld werden. Voor Boeing is bijvoorbeeld de New York Stock Exchange (NYSE) gekozen. Ook de datum, tijd en plaats van de crash is genoteerd. De tijd van een crash is gelinkt aan de openingstijden van de beurs van het desbetreffende bedrijf. Voor de NYSE is bijvoorbeeld de Eastern Standard Time (EST) berekend wanneer een Boeing vliegtuig gecrasht was in Afrika. Wanneer dit in de nacht of in het weekend was in EST, is de eerstvolgende handelsdag gekozen als de dag van de crash van een Boeing. Op deze manier zijn de datum en tijd van iedere crash gelinkt aan de handelsdagen op de verschillende beurzen om de prijsreactie te achterhalen.

Verder is het jaar waarin het vliegtuig in gebruik werd genomen genoteerd, alsmede een variabele die aangeeft of een vliegtuig in zee is gecrasht. Verwacht wordt dat wanneer een vliegtuig relatief jong is, het nog in productie is. Wanneer een technische fout een crash veroorzaakt, zou dit van invloed kunnen zijn op de verdere productie van diezelfde toestellen en zou het een negatief effect kunnen hebben op de toekomstige kasstromen. Een crash op zee duidt op het feit dat een wrak niet gelijk onderzocht kan worden. Hierdoor bestaat de kans dat het wrak en de Zwarte Doos, een apparaat dat vluchtdata en cockpitgesprekken opslaat, relatief later wordt gevonden dan bij een crash op het land. Hierdoor is er minder bekend over de oorzaak en kan men relatief later dan bij een crash op land een eerste conclusie trekken over de oorzaak. Verwacht wordt dat de zee-variabele een positief effect heeft op de abnormale rendementen net na de crash vanwege deze vertraging.

Om tot een antwoord te komen op hypothese vijf wordt het gedane onderzoek in de LexisNexis database vertaald naar de dag dat er nieuws over de oorzaak bekend werd na de crash. Waar een crash op handelsdag nul gebeurt, zal de variabele over de dag van nieuws over de oorzaak vertaald worden naar handelsdagen op of na de crash. Wanneer een vliegtuig bijvoorbeeld crasht op maandag, dag nul, maar het pas op woensdag, dag twee, in het nieuws verschijnt, heeft dit naar verwachting een positief effect op het rendement op dag nul.

In Tabel 2 staan de verschillende genoemde variabelen die worden meegenomen in de regressie met een beschrijving. In Tabel 3 wordt de correlatie tussen deze variabelen getoond, alsmede beschrijvende statistieken zoals het gemiddelde en de standaard afwijking.

Tabel 2
Definitie van variabelen

Variabelen	Beschrijving
Slachtoffers	Aantal dodelijke slachtoffers in de lucht en op de grond
Continent bouwer	Continent waar het bedrijf van de vliegtuigbouwer is gevestigd (dummy)
Continent crash	Continent waar het vliegtuig is gecrasht (dummy)
Zee crash	De crash is gebeurd op zee (dummy variabele: 1 = ja, 0 = nee)
Leeftijd vliegtuig	Aantal jaren verstreken sinds de eerste vlucht van het vliegtuig
Gebruikte crashes rivalen	Aantal dagen na de crash waarop nieuws over de oorzaak bekend werd

Tabel 3
Beschrijvende statistieken en correlaties

nr.	Variabelen	Gemiddelde Std. Afw.	1	2	3	4	5	6
1	Slachtoffers	96,43 79,34	1.000					
2	Continent bouwer		-0.196 (0.203)	1.000				
3	Continent crash		0.033 (0.833)	0.008 (0.961)	1.000			
4	Zee crash	18,18% 39,02%	0.313* (0.039)	-0.011 (0.943)	0.027 (0.861)	1.000		
5	Leeftijd vliegtuig	13,84 9,64	-0.104 (0.503)	0.084 (0.586)	-0.003 (0.985)	-0.141 (0.363)	1.000	
6	Nieuws bekend	1,50 1,75	0.262 (0.086)	0.014 (0.931)	-0.010 (0.951)	0.342* (0.023)	-0.323* (0.033)	1.000

* significant op het 5% niveau

4 Methodologie

4.1 Event studie methode

Om te onderzoeken wat er met de aandelenprijs van een bedrijf gebeurt na een gebeurtenis wordt een event studie gebruikt, in dit onderzoek volgens de paper van MacKinlay (1997). In een event studie worden abnormale rendementen gemeten rond een event. Deze abnormale rendementen zijn het verschil tussen de werkelijke rendementen en de verwachte rendementen, gemeten op de event dag en de overige dagen binnen de event periode. In deze paper zullen alle abnormale rendementen berekend worden van de verschillende vliegtuigbouwers en vliegtuigmaatschappijen die verbonden zijn aan de gekozen crashes voor dit onderzoek.

Het verwachte rendement is het waarschijnlijke rendement van een aandeel wanneer het event niet had plaatsgevonden. Er zijn verschillende manieren mogelijk om het verwachte rendement van een aandeel te berekenen. Volgens MacKinlay (1997) zijn deze manieren te verdelen in twee groepen, namelijk statistische en economische modellen. Waar modellen uit de eerstgenoemde groep statistische aannames over het gedrag van aandelenrendementen volgen en niet afhankelijk zijn van economische argumenten, vertrouwen economische modellen op aannames over investeerdersgedrag en zijn deze niet alleen gebaseerd op statistische aannames (MacKinlay, 1997). Voorbeelden van statistische modellen zijn het Constant Mean Return Model en het Market Model (Marktmodel). Alhoewel het eerstgenoemde model mogelijk het simpelste is, worden hiermee zelfde resultaten behaald als met meer uitgebreide modellen volgens Brown & Warner (1980, 1985). Het werkelijke rendement wordt hierbij vergeleken met het gemiddelde rendement van dat aandeel. Aangenomen wordt dat het rendement constant is over de tijd. Het Marktmodel relateert het rendement van een aandeel aan het rendement van een marktportfolio. Hierdoor is het deel van het werkelijke rendement dat door de marktbevinging tot stand komt verwijderd, wat kan leiden tot een beter vermogen om het effect van een event te achterhalen. Dit model is dus een verbetering van het Constant Mean Return Model. Het Marktmodel is een voorbeeld van een factormodel, met het marktrendement als enige factor. Meerdere factoren kunnen aan dit model worden toegevoegd, waardoor het een multi-factor model wordt. Echter, deze factoren hebben in het algemeen weinig statistische verklaarbaarheid wanneer het wordt gebruikt in een event studie (MacKinlay, 1997).

Voorbeelden van economische modellen zijn het Capital Asset Pricing Model en de Arbitrage Pricing Theory. Volgens MacKinlay (1997) is het voordeel van gebruik van economische modellen in event studies echter relatief klein vergeleken met statistische modellen. In dit onderzoek wordt daarom het Marktmodel gebruikt.

4.2 Het Marktmodel

Met het Marktmodel wordt het rendement van een aandeel gerelateerd aan het rendement van een marktindex. In deze paper worden verschillende marktindices gebruikt voor de verschillende hypothesen. Voor H1 en H3 is de Datastream World Aerospace index gebruikt en voor H2 de Datastream World Airlines index. Voor H4 is naast de Datastream World Airlines index ook de Datastream Europe Airlines index en Datastream Asia Airlines index gebruikt wanneer het een crash betrof van een vlucht in respectievelijk Europa of Azië. Het verwachte rendement uitgerekend met het Marktmodel voor ieder aandeel i is:

$$E(R_{it}) = \alpha + \beta(R_{mt}) \quad (1)$$

waar $E(R_{it})$ het verwachte rendement is voor aandeel i op dag t , R_{mt} het marktrendement op dag t en α en β het startpunt en de helling zijn, respectievelijk. De coëfficiënten van α en β zijn middels een regressie berekend over een schattingsperiode van honderd handelsdagen, $t = [-105, -6]$, voorafgaand aan de eventperiode, $t = [-5, 19]$. Er is gekozen voor honderd handelsdagen omdat er op deze manier zo weinig mogelijk overlapping is tussen crashes. Wanneer een langere periode gebruikt zou worden konden voor dit onderzoek aanzienlijk minder crashes meegenomen worden. De lengte van de event periode is langer dan een handelsmaand vanwege de meerdere handelsdagen voorafgaand aan de crash die mee zijn genomen in deze paper.

4.3 Abnormale rendementen

Om de abnormale rendementen uit te rekenen moet het werkelijke rendement verminderd worden met het verwachte rendement. Het werkelijke rendement wordt verkregen door aandelenprijzen van twee opeenvolgende handelsdagen van elkaar af te trekken en dit verschil te delen door de oude prijs:

$$R_{it} = \frac{P_{it} - P_{it-1}}{P_{it-1}} \quad (2)$$

Het abnormale rendement voor iedere dag t binnen de eventperiode wordt vervolgens berekend met de volgende formule:

$$AR_{it} = R_{it} - E(R_{it}) \quad (3)$$

De eventperiode, zoals eerder aangegeven, bestaat uit vijf handelsdagen voor de dag van het event, $t = 0$, en negentien dagen na het event. In de eerder genoemde onderzoeken worden geen dagen meegenomen voorafgaand aan de crash omdat het een abrupt event betreft. In deze paper is echter wel voor deze aanpak gekozen om aan te tonen dat er voorafgaand aan het event niet gehandeld kan worden met voorkennis. De abnormale rendementen op dagen voor het event zullen naar verwachting klein en insignificant zijn.

Om tot een conclusie te komen over het effect van crashes op de aandelenprijzen van vliegtuigbouwers en -maatschappijen is het abnormale rendement per dag per crash niet voldoende. Allereerst moeten deze abnormale rendementen samen worden gevoegd en opgeteld. Deze cumulatieve abnormale rendementen (CAR) van aandeel i bestaan uit de abnormale rendementen berekend op iedere dag in de eventperiode:

$$CAR_{it} = \sum_{t=1}^t AR_{it} \quad (4)$$

en over de volgende periodes zal de CAR berekend worden: $t = (-5,-1)$, $(0,1)$, $(0,2)$, $(0,3)$, $(0,5)$, $(0,10)$, $(0,15)$ en $(0,19)$.

Echter, om tot een conclusie te komen over het effect moeten de verschillende crashes samen worden onderzocht. Hiervoor zijn de gemiddelde abnormale rendementen per dag in de eventperiode nodig (AAR), alsmede de cumulatieve gemiddelde abnormale rendementen (CAAR). Ze worden als volgt berekend:

$$AAR_t = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N AR_{it} \quad (5)$$

$$CAAR_t = \sum_{t=1}^t AAR_t \quad (6)$$

waar N het aantal events is.

4.4 Significantie

Om de verschillende hypothesen aan te nemen of te verwerpen moet het effect van de verschillende berekende rendementen getoetst worden op significantie. Dit wordt gedaan middels twee verschillende toetsen. Eerst zal op significantie getoetst worden middels de t-toets. Hierbij wordt gekeken of het gemiddelde van de verschillende rendementen verschilt van nul zoals vermeld in de verschillende hypothesen. Wanneer een hypothese eenzijdig is, zoals H1, wordt een eenzijdige t-toets gebruikt, anders een tweezijdige. De volgende formules worden gebruikt:

$$t_{AAR_t} = \frac{AAR_t}{S(AAR_t)} \quad (7)$$

$$t_{CAAR_t} = \frac{CAAR_t}{S(CAAR_t)} \quad (8)$$

waar:

$$S(AAR_t) = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{-105}^{-6} (AR_{i,t} - AAR_t)^2} \quad (9)$$

$$S(CAAR_t) = \sum_{-5}^{19} S(AAR_t) \quad (10)$$

en de standaard afwijking van AAR_t wordt berekend over de schattingsperiode in formule (9) en de standaardafwijking van $CAAR_t$ de som is van de standaardafwijking van AAR_t in formule (10) afhankelijk van de gekozen periode binnen de eventperiode.

Omdat een t-toets aan sterke aannames verbonden is over de verdeling van de abnormale rendementen, wordt ook de Wilcoxon signed-rank toets gebruikt om de robuustheid van de getoetste resultaten te garanderen. Deze toets houdt rekening met zowel het teken als de grootte van de abnormale rendementen.

4.5 Regressie

Wanneer alle abnormale rendementen getoetst zijn op significantie wordt een regressie gedaan met de getoonde variabelen in tabel 2. Hiermee wordt gekeken of de variabelen invloed hebben op het abnormale rendement. De regressie is als volgt:

$$CAR_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 Var_{1i} + \dots + \alpha_n Var_{ni} + \varepsilon_i \quad (11)$$

waar CAR_{it} het cumulatieve abnormale rendement is in een willekeurig tijdvak binnen de eventperiode van event i , $\alpha_0, \dots, \alpha_n$ de regressie coëfficiënten, $Var_{1i}, \dots, Var_{ni}$ de variabelen en ε_i de foutterm die niet gecorreleerd is met de verschillende variabelen.

Wanneer een regressie wordt gedaan met een cumulatief abnormaal rendement als afhankelijke variabele en andere onafhankelijke variabelen die een event beschrijven kan het zijn dat de residuen van een regressie zoals die in formule (11) niet homogeen zijn (MacKinlay, 1997). Daarom zal de regressie getoetst worden op heterogeniteit middels de Breusch-Pagan toets.

5 Resultaten

5.1 Vliegtuigbouwers

Allereerst is het effect van door technische fouten veroorzaakte vliegtuigcrashes op de aandelenprijzen van vliegtuigbouwers onderzocht. Deze resultaten staan in tabel 4. Het effect is onderzocht op verschillende dagen per event om de AAR te verkrijgen en op verschillende tijdvakken om de CAAR te berekenen. In paneel A staan de resultaten van de vliegtuigbouwers van 44 crashes. Te zien is dat zij op de dag van de crash een significante prijsdaling ondervinden.

Gemiddeld ondervinden vliegtuigbouwers in dit onderzoek een negatieve prijsdaling van 0,91 procent op de eerste handelsdag na een crash, significant op het één procent niveau voor zowel de t-toets als de Wilcoxon signed-rank toets. Ook op de tiende dag na de crash is een significant negatief effect gevonden van 0,76 procent, hoewel alleen significant volgens de t-toets met een p-waarde van 0,049. Op de dag na de crash is de CAAR van 1,07 procent nog steeds significant voor beide toetsen op het vijf procent niveau. Op de overige dagen van de eerste week na de crash volgt een additionele prijsdaling van 0,23 procent die significant is. Ook in de weken daarna blijft de CAAR significant negatief. In week twee en drie na de crash is dit effect significant op het één procent niveau voor de t-toets, in week vier op het vijf procent niveau. Significantie gemeten met de Wilcoxon signed-rank toets verschilt hierbij in week twee, waar het negatieve rendement significant is op het vijf procent niveau. De reden dat het effect van een crash door een technische fout in de gehele maand na de crash significant negatief is zou kunnen zijn dat een technische fout lastiger vast te stellen is en hiervoor een langere periode nodig is. Een overduidelijke menselijke fout zou bijvoorbeeld veel sneller geïdentificeerd kunnen worden dan een mogelijk technisch probleem.

De resultaten komen niet overeen met de bevindingen van Chance & Ferris (1987), die geen significant abnormaal rendement vonden voor vliegtuigbouwers. Echter, de bevindingen komen in dit onderzoek sterk overeen met die van Krieger & Chen (2015). Zij vonden significante prijsveranderingen voor vliegtuigbouwers in de eerste week na een crash met de gehele sample. Voor de subgroep, crashes veroorzaakt door technische fouten, vonden zij een sterker negatieve CAAR dat significant is voor de gehele eerste maand na de crash. Ook Chalk (1987) maakte onderscheid in de oorzaak van een crash en vond dat crashes veroorzaakt door technische fouten een

significant negatief effect hadden op de eerste, derde en achtste dag na een crash. Hij vond echter geen significant abnormaal rendement later in de maand na de crash. Walker et al. (2005) en Walker et al. (2014) vonden eveneens significante negatieve effecten voor de eerste week na een crash voor vliegtuigbouwers. Zoals verwacht zijn er geen significante abnormale rendementen gevonden voorafgaand aan de crashes.

Tabel 4

Abnormale rendementen vliegtuigbouwers

Resultaten van de event studie naar het effect van vliegtuigcrashes veroorzaakt door technische fouten op aandelenprijzen van vliegtuigbouwers. In paneel A staan de resultaten van de vliegtuigbouwers, in paneel B de resultaten van de directe concurrenten. Per paneel staan de verschillende gemiddelde abnormale rendementen (AAR) per dag en de cumulatieve gemiddelde abnormale rendementen (CAAR) per tijdvak. Significantie is getoetst middels een t-toets (1) en de Wilcoxon signed-rank toets (2). Waardes van (1) en (2) zijn p-waardes.

Dag	AAR	p-waarde (1)	p-waarde (2)	Periode	CAAR	p-waarde (1)	p-waarde (2)
Paneel A: Vliegtuigbouwers							
-5	-0,257%	0,188	0,164				
-4	-0,242%	0,209	0,164				
-3	0,0341%	0,553	0,300				
-2	0,203%	0,671	0,217				
-1	-0,207%	0,243	0,417	(-5,-1)	-0,469%	0,237	0,224
0	-0,909%	0,006***	0,008***	(0,0)	-0,909%	0,006***	0,008***
1	-0,017%	0,476	0,408	(0,1)	-0,926%	0,010**	0,010**
2	-0,144%	0,337	0,194	(0,2)	-1,070%	0,051*	0,040**
3	0,011%	0,522	0,308	(0,3)	-1,060%	0,068*	0,062*
5	0,084%	0,561	0,342	(0,5)	-1,300%	0,031**	0,027**
10	-0,763%	0,049**	0,115	(0,10)	-1,790%	0,007***	0,013**
15	-0,011%	0,493	0,477	(0,15)	-2,170%	0,009***	0,008***
19	0,128%	0,718	0,276	(0,19)	-1,680%	0,074**	0,069**
N	44						
Paneel B: Rivalen vliegtuigbouwers							
-5	0,334%	0,283	0,572				
-4	0,175%	0,257	0,981				
-3	-0,114%	0,543	0,524				
-2	-0,022%	0,904	0,772				
-1	-0,097%	0,624	0,343	(-5,-1)	0,276%	0,627	0,508
0	-0,161%	0,410	0,812	(0,0)	-0,161%	0,410	0,812
1	0,052%	0,774	0,231	(0,1)	-0,109%	0,648	0,961
2	-0,193%	0,377	0,947	(0,2)	-0,302%	0,374	0,936
3	-0,209%	0,449	0,003***	(0,3)	-0,511%	0,267	0,246
5	0,169%	0,385	0,988	(0,5)	-0,523%	0,386	0,664
10	-0,613%	0,169	0,040**	(0,10)	-1,350%	0,162	0,060*
15	0,299%	0,357	0,519	(0,15)	-0,770%	0,466	0,136
19	-0,173%	0,439	0,788	(0,19)	-0,755%	0,474	0,204
N	170						

*, ** en *** staan voor significantie op het 10%, 5% en 1% niveau, respectievelijk, voor paneel A met eenzijdige toets en paneel B met tweezijdige toets.

Uit dit onderzoek blijkt dat het effect voor vliegtuigbouwers van crashes die veroorzaakt zijn door technische fouten negatief is en significant verschilt van nul. De eerste hypothese die stelt dat vliegtuigbouwers een significant negatief effect ondervinden van crashes die veroorzaakt zijn door een technische fout wordt hiermee aangenomen.

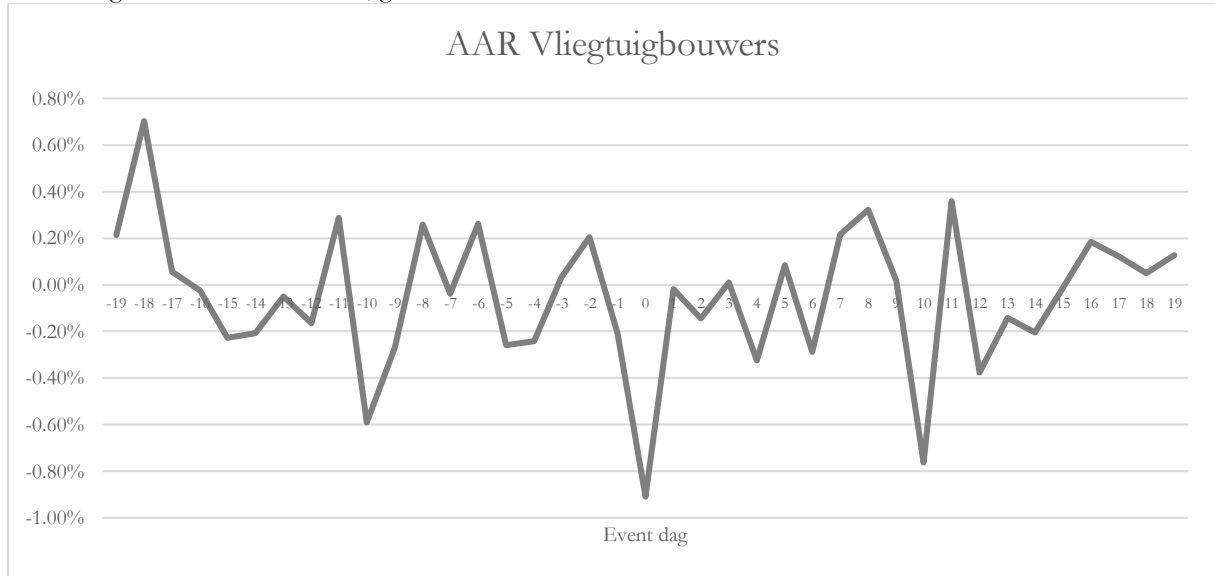
In paneel B zijn de resultaten te zien van het effect van een crash op de directe concurrentie van de desbetreffende vliegtuigbouwer. Het aantal bedrijven dat hierin is meegenomen is 170. Te zien is dat de concurrentie in dit onderzoek gemiddeld een negatieve prijsreactie ondervindt van 0,16 procent op de dag van de crash. Dit effect is echter niet significant. Volgens de Wilcoxon signed-rank toets zijn de negatieve gemiddelde abnormale rendementen op dag drie en dag tien na de crash van respectievelijk 0,21 en 0,61 procent significant op het vijf procent niveau met p-waardes van 0,003 en 0,040. Echter, deze effecten zijn middels de t-toets niet significant gebleken en er kan dus niet met zekerheid vertrouwd worden op deze resultaten. Verder is er geen significant cumulatief gemiddeld abnormaal rendement gevonden.

Er is niet eerder onderzoek gedaan naar concurrentie van vliegtuigbouwers. Gebaseerd op de bevindingen in dit onderzoek kan aangenomen worden dat het effect niet significant verschilt van nul en deze rivalen geen significante prijsverandering ondergaan na een crash. Enerzijds reageert de gehele markt voor vliegtuigbouwers niet negatief na een crash waarvan de schuld ligt bij een van de vliegtuigbouwers. Anderzijds ontstaat er ook geen positief effect na een dergelijke crash, bijvoorbeeld door een verschuiving van de vraag naar vliegtuigen. De tweede hypothese dat concurrenten van vliegtuigbouwers een effect ondervinden na een crash veroorzaakt door een technische fout wordt hiermee afgewezen.

Figuur 1 laat de AAR zien voor de periode [-19,19] van vliegtuigbouwers. Te zien is dat er naast een negatieve prijsreactie op de dag van de crash ook op de tiende dag voor en de tiende dag na de crash een erg negatief effect is. In figuur 2 wordt de CAAR getoond over een periode van 19 dagen voor en na de crash. Voorafgaand aan de crashes is geen duidelijke trend zichtbaar. Wel is te zien dat de aandelenprijzen van de verschillende vliegtuigbouwers in de eerste 19 dagen na de crash gemiddeld niet herstellen. Er is een duidelijke negatieve trend zichtbaar vanaf de dag van de crash. Voor crashes waarbij de fout ligt bij de vliegtuigbouwer is er geen herstel zichtbaar.

Figuur 1
AAR vliegtuigbouwers

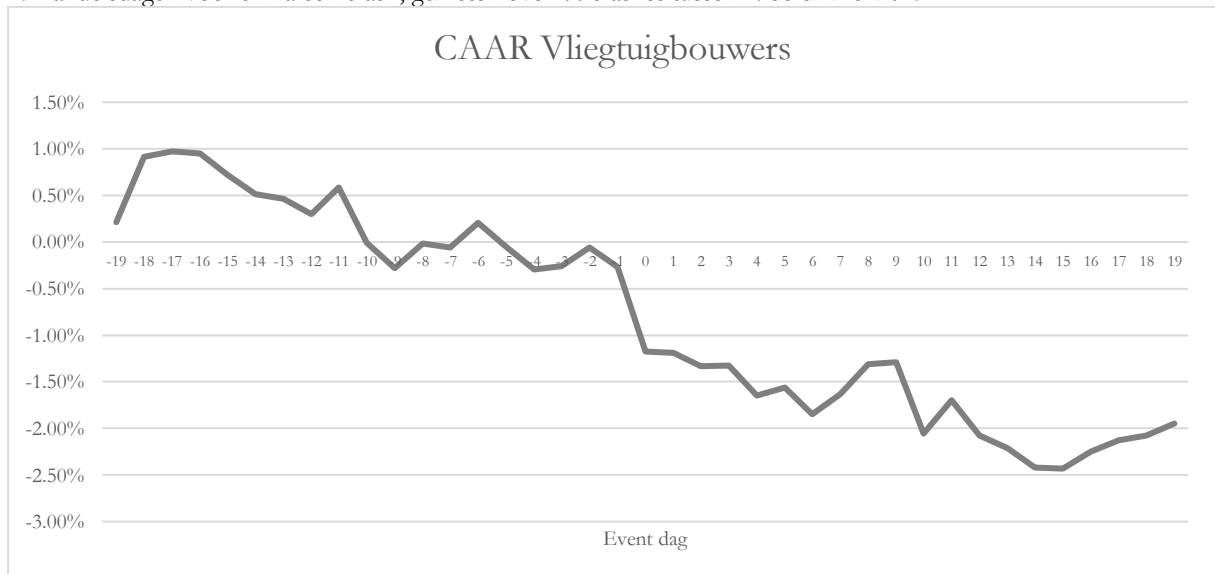
Gemiddelde abnormale rendementen (AAR) voor vliegtuigbouwers na een crash voor een periode van 19 handelsdagen voor en na een crash, gemeten over 44 crashes tussen 1988 en mei 2019.



Mogelijk komt dit door nieuws in de weken na de crash over de oorzaak waardoor de verschillende bouwers weer een negatieve prijsverandering ondervinden. Deze mogelijke nieuwsberichten zijn echter niet meegenomen in dit onderzoek. Aangenomen wordt dat de markt niet efficiënt reageert op crashes veroorzaakt door technische fouten. Voor vliegtuigbouwers wordt de vijfde hypothese die uitgaat van een efficiënte aandelenmarkt volgens de EMH verworpen.

Figuur 2
CAAR vliegtuigbouwers

Cumulatieve gemiddelde abnormale rendementen (CAAR) voor vliegtuigbouwers na een crash voor een periode van 19 handelsdagen voor en na een crash, gemeten over 44 crashes tussen 1988 en mei 2019.



5.2 Vliegtuigmaatschappijen

Vervolgens is de reactie van de aandelenprijzen van vliegtuigmaatschappijen onderzocht. Deze reactie na een crash waarbij de fout bij de vliegtuigbouwer ligt is te zien in tabel 5. Zowel de AAR als de CAAR van vliegtuigmaatschappijen zijn over dezelfde periode berekend als die van de vliegtuigbouwers. In paneel A staan de resultaten van vliegtuigmaatschappijen gemeten over zes crashes.

Gemiddeld ondervinden de vliegtuigmaatschappijen in dit onderzoek een negatief effect van 4,00 procent op de dag van de crash. Dit negatieve abnormale rendement is significant op het vijf procent niveau met een p-waarde van 0,021 voor de t-toets. Ook middels de Wilcoxon signed-rank toets is dit effect significant gebleken, met een p-waarde van 0,023. Naast de relatief grote prijsverandering op de dag van de crash is de negatieve reactie op de eerste dag na de crash van 3,79 procent ook relatief groot. Dit effect is echter niet significant. Verder is het gemiddelde abnormale rendement op vijf dagen voorafgaand aan de crash ook significant. Dit negatieve effect van 1,22 procent is voor beide toetsen significant op het tien procent niveau. Kijkend naar de CAAR zijn meerdere resultaten significant. Op de eerste dag na de crash is het cumulatieve gemiddelde abnormale rendement negatief met een waarde van 7,79 procent. Volgens de t-toets en de Wilcoxon signed-rank toets is dit effect significant op respectievelijk het vijf en tien procent niveau. Ook voor de twee daaropvolgende handelsdagen is het effect significant op het tien procent niveau voor beide toetsen. De overige gemeten rendementen zijn niet significant bevonden.

Te zien is dat na de derde handelsdag na een crash de rendementen voor een deel terugspringen onder de initiële daling van de dag van de crash. Echter, deze herstelt zich niet, aangezien op de tiende en vijftiende dag een negatieve prijsreactie is gemeten. Hoewel na de derde dag na een crash de effecten niet significant zijn is het opmerkelijk dat de prijs niet naar het oorspronkelijke niveau terugkeert in de weken na de crash. Omdat het een technische fout betreft zou men kunnen verwachten dat wanneer nieuws over de oorzaak bekend wordt dit een sterk positief effect teweegbrengt voor de betreffende vliegtuigmaatschappij. Deze heeft immers geen schuld aan de crash. Mogelijk wordt de vliegtuigmaatschappij niet helemaal vrijgesteld van blaam na een crash veroorzaakt door een technische fout.

Ondanks dat het in dit onderzoek gaat om crashes vanwege een technische fout, werd wel verwacht dat de eerste reactie na een crash een significant negatief effect teweeg zou brengen net als in eerdere onderzoeken. De negatieve prijsreactie die in dit

Tabel 5**Abnormale rendementen vliegtuigmaatschappijen**

Resultaten van de event studie naar het effect van vliegtuigcrashes veroorzaakt door technische fouten op aandelenprijzen van vliegtuigmaatschappijen. In paneel A staan de resultaten van de vliegtuigmaatschappijen, in paneel B de resultaten van de directe concurrenten. Per paneel staan de verschillende gemiddelde abnormale rendementen (AAR) per dag en de cumulatieve gemiddelde abnormale rendementen (CAAR) per tijdvak. Significantie is getoetst middels een t-toets (1) en de Wilcoxon signed-rank toets (2). Waardes van (1) en (2) zijn p-waardes

Dag	AAR	p-waarde (1)	p-waarde (2)	Periode	CAAR	p-waarde (1)	p-waarde (2)
Paneel A: Vliegtuigmaatschappijen							
-5	-1,220%	0,078*	0,058*				
-4	-1,250%	0,192	0,458				
-3	-0,587%	0,373	0,377				
-2	0,969%	0,692	0,232				
-1	-0,279%	0,425	0,300	(-5,-1)	-2,370%	0,239	0,232
0	-4,000%	0,021**	0,023**	(0,0)	-4,000%	0,021**	0,023**
1	-3,790%	0,116	0,125	(0,1)	-7,790%	0,049**	0,087*
2	0,102%	0,516	0,458	(0,2)	-7,690%	0,050*	0,058*
3	-1,250%	0,165	0,232	(0,3)	-8,940%	0,053*	0,058*
5	1,640%	0,846	0,232	(0,5)	-3,680%	0,300	0,377
10	-0,744%	0,126	0,125	(0,10)	-2,060%	0,365	0,377
15	-1,030%	0,206	0,300	(0,15)	-2,900%	0,317	0,377
19	0,449%	0,722	0,173	(0,19)	-0,785%	0,460	0,458
N	6						
Paneel B: Rivalen vliegtuigmaatschappijen							
-5	-0,175%	0,756	0,260				
-4	-0,476%	0,237	0,693				
-3	0,526%	0,385	0,715				
-2	-0,676%	0,226	0,094*				
-1	0,430%	0,428	0,563	(-5,-1)	-0,371%	0,753	0,248
0	-0,109%	0,871	1,000	(0,0)	-0,109%	0,871	1,000
1	-0,287%	0,561	0,976	(0,1)	-0,395%	0,652	0,648
2	0,277%	0,598	0,855	(0,2)	-0,119%	0,886	0,855
3	0,084%	0,820	0,879	(0,3)	-0,034%	0,968	0,503
5	0,674%	0,452	0,543	(0,5)	1,320%	0,255	0,412
10	0,350%	0,369	0,503	(0,10)	1,360%	0,385	0,693
15	-0,884%	0,124	0,136	(0,15)	-0,688%	0,662	0,447
19	0,328%	0,179	0,212	(0,19)	0,399%	0,851	0,927
N	4						

*, ** en *** staan voor significantie op het 10%, 5% en 1% niveau, respectievelijk, voor paneel A met eenzijdige toets en paneel B met tweezijdige toets.

onderzoek gemeten is komt overeen met eerdere papers. Zo vonden Chance & Ferris een negatief abnormaal rendement van 1,18 procent op de dag van de crash. Ook Davidson et al. (1987) vonden een negatief effect van 0,78 procent op de dag van de crash. Verder werd in de paper van Walker et al. (2005) een negatief significant rendement gevonden voor de eerste twee weken na de crash van ongeveer 3,00

procent. Walker et al. (2014) vonden voor de week na een crash een negatief significant cumulatief abnormaal rendement van 4,15 procent. Verder is in dit onderzoek zoals verwacht geen significant cumulatief abnormaal rendement gemeten voorafgaand aan de dag van de crash.

In dit onderzoek is naar voren gekomen dat vliegtuigmaatschappijen een significant negatief effect ondervinden na een crash veroorzaakt door een technische fout. Ondanks het lage aantal crashes zijn dit de enige crashes die in dit onderzoek mee konden worden genomen in de onderzochte tijdperiode van 1988 tot en met mei 2019. Desalniettemin is het effect negatief en verschilt het significant van nul. De derde hypothese die stelt dat vliegtuigmaatschappijen een significant negatief prijsverschil ondervinden na een crash die veroorzaakt is door een technische fout wordt aangenomen.

In paneel B staan de resultaten van het onderzoek naar directe concurrenten van vliegtuigmaatschappijen. Hiervoor zijn 23 rivalen meegenomen om het effect te berekenen na een crash die veroorzaakt is door een technische fout. Twee van de zes crashes die voor de derde hypothese gebruikt zijn konden niet voor dit onderzoek meegenomen worden. Deze twee crashes vonden plaats tijdens een binnenlandse vlucht waarbij geen concurrenten aangewezen konden worden. Gemiddeld ondervindt de concurrentie in deze paper een negatieve prijsverandering van 0,11 procent op de dag van de crash. Op dag vijf na de crash is een positief cumulatief abnormaal rendement gemeten van 1,32 procent. Echter, alle resultaten in paneel B zijn niet significant.

Er is eerder onderzoek gedaan naar rivaliteit tussen vliegtuigmaatschappijen, waarbij uiteenlopende resultaten gevonden zijn. Borenstein & Zimmerman (1988) deden onderzoek hiernaar met een groep van 91 crashes waarvoor zij geen significant effect vonden. De resultaten uit dit onderzoek komen hiermee overeen. In latere papers zijn echter wel significante effecten gevonden. Zo vonden Barnett, Menighetti & Prete (1992) in hun onderzoek naar het effect van de DC-10 crash in 1988 dat een derde van de passagiers met andere toestellen vloog na de crash. Binnen twee maanden was het aantal passagiers hersteld binnen 10 procent van het verwachte aantal wanneer de crash niet was gebeurd. Bosch et al. (1998) vonden met hun onderzoek een positief effect voor vliegtuigmaatschappijen die meer dan 33,4 procent overlapping hadden in de routes die zij vlogen tegenover een negatief effect voor concurrenten die minder dan 33,4 procent overlapping hadden.

Vliegtuigmaatschappijen die dezelfde routes vlogen ondervonden een positief effect omdat zij substituten waren van de maatschappij van het gecrashte vliegtuig. Vliegtuigmaatschappijen die deze routes niet of minder vlogen ondervonden een negatief effect vanwege de daling van de totale vraag naar vlieguren. Verder vonden Ho et al. (2013) een positief effect voor concurrenten bij crashes waar relatief weinig passagiers waren omgekomen. Op dag tien na de crash werd een positief cumulatief abnormaal rendement gevonden van 1,27 procent wat significant was op het vijf procent niveau. Bij crashes met relatief veel slachtoffers ondervonden rivaliserende vliegtuigmaatschappijen een negatief cumulatief abnormaal rendement van 1,01 procent op de eerste dag na de crash, significant op het één procent niveau. Omdat het abnormale rendement gemeten in dit onderzoek niet significant verschilt van nul wordt de vierde hypothese die stelt dat rivaliserende vliegtuigmaatschappijen ofwel een positief effect ofwel een negatief ondervinden na een crash die veroorzaakt is door een technische fout afgewezen.

In figuur 3 staat de AAR van de vliegtuigmaatschappijen voor een periode van 19 handelsdagen voor en na de dag van de crash. Duidelijk zijn de negatieve abnormale rendementen die gemeten zijn op de dag van de crash en de daaropvolgende dag. Op dag vier, niet meegenomen in tabel 5, is een relatief sterk positief effect gemeten. In figuur 4 wordt de CAAR getoond voor eenzelfde periode. Voorafgaand aan de crash is te zien dat de abnormale rendementen rond het 0,00 procent niveau zijn gemeten. Op

Figuur 3

AAR vliegtuigmaatschappijen

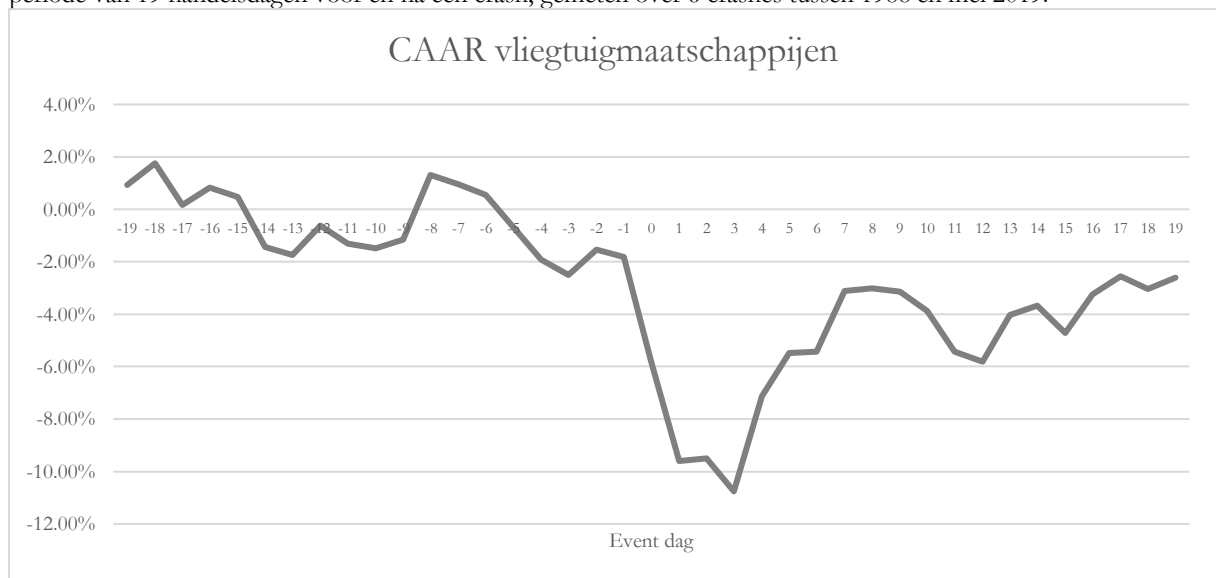
Gemiddelde abnormale rendementen (AAR) voor vliegtuigmaatschappijen na een crash voor een periode van 19 handelsdagen voor en na een crash, gemeten over 6 crashes tussen 1988 en mei 2019.



de dag van de crash is een duidelijk effect zichtbaar dat zich op de vierde dag enigszins herstelt. Echter, het gemiddelde cumulatieve abnormale rendement bereikt niet de waarde van voor de crash in de eerste 19 dagen na de crash. Omdat de rendementen van de onderzochte vliegtuigmaatschappijen niet terugkeren naar het oorspronkelijke niveau in de dagen na de crash wordt aangenomen dat de reactie van de aandelenprijzen niet in lijn is met de EMH. Een crash waarvan de schuld ligt bij de vliegtuigbouwer zorgt gemiddeld alsnog voor een significant negatief effect voor de desbetreffende vliegtuigmaatschappij wat zich niet lijkt te herstellen in de eerste weken na zo'n crash. De vijfde hypothese wordt verworpen.

Figuur 4
CAAR vliegtuigmaatschappijen

Cumulatieve gemiddelde abnormale rendementen (CAAR) voor vliegtuigmaatschappijen na een crash voor een periode van 19 handelsdagen voor en na een crash, gemeten over 6 crashes tussen 1988 en mei 2019.



5.3 Regressieanalyse

Om te onderzoeken wat voor factoren van invloed zijn op de abnormale rendementen na een crash is een regressieanalyse gedaan. In tabel 6 staan de resultaten van de regressie van de cumulatieve abnormale rendementen voor vliegtuigbouwers met een aantal variabelen die zowel de vliegtuigbouwers als de onderzochte crashes karakteriseren. De focus van deze analyse ligt op de gemeten cumulatieve abnormale rendementen op respectievelijk de dag van de crash, de tiende en de vijftiende dag na de crash. Deze periodes zijn gekozen omdat de gemeten rendementen in deze periodes significant zijn op het één procent niveau. Daarnaast zit het significant abnormale rendement (AAR) gemeten op de tiende dag na de crash niet in de eerste gekozen periode maar wel in de laatste twee. Gekeken wordt of de

Tabel 6
Regressieanalyse vliegtuigbouwers

Variabelen	CAR (0,0) (p-waarde)	CAR (0,10) (p-waarde)	CAR (0,15) (p-waarde)
Slachtoffers	0,000% (0,975)	-0,018% (0,103)	-0,006% (0,642)
Zee crash	0,744% (0,469)	-0,363% (0,868)	1,330% (0,636)
Leeftijd vliegtuig	0,014% (0,742)	-0,008% (0,925)	0,098% (0,391)
Continent bouwer: Noord-Amerika	1,900%* (0,059)	1,700% (0,417)	-0,996% (0,709)
Continent bouwer: Zuid-Amerika	1,380% (0,423)	-2,470% (0,502)	-3,040% (0,517)
Continent crash: Azië	-0,822% (0,488)	1,430% (0,571)	1,050% (0,744)
Continent crash: Europa	0,560% (0,703)	0,154% (0,961)	0,728% (0,856)
Continent crash: Noord-Amerika	-0,780% (0,534)	2,990% (0,268)	3,250% (0,346)
Continent crash: Zuid-Amerika	0,091% (0,942)	2,010% (0,452)	2,960% (0,388)
Nieuws bekend	-0,451%* (0,066)	0,451% (0,380)	-0,207% (0,751)
Constante	-1,700% (0,246)	-3,240% (0,300)	-3,640% (0,362)
N	44	44	44
R-kwadraat	0.231	0.156	0.098

*, ** en *** staan voor significantie op het 10%, 5% en 1% niveau, respectievelijk.

variabelen van invloed zijn op deze cumulatieve abnormale rendementen. Te zien is dat het aantal slachtoffers bijna geen effect heeft op het negatieve abnormale rendement. Ook de leeftijd van het vliegtuig heeft weinig invloed op de gemeten rendementen. De variabele voor het continent waar de aandelen van de vliegtuigbouwer verhandeld worden is daarentegen wel significant positief voor Noord-Amerika op de dag van de crash. Wanneer de vliegtuigbouwer beursgenoteerd is in Noord-Amerika heeft dit een positief effect op het abnormale rendement op de dag van de crash van 1,90 procent. Ook de variabele die meet op welke dag na de crash informatie over de oorzaak bekend werd is significant op de dag van de crash met een negatief effect van 0,45 procent. Naast deze twee effecten zijn er geen andere variabelen die significant van invloed zijn op de cumulatieve abnormale rendementen. In eerder onderzoek waarbij de oorzaak van de crash wordt meegenomen in de regressie is een technische fout als variabele voor vliegtuigbouwers significant. In dit onderzoek is deze oorzaak echter als criterium gebruikt tijdens de dataselectie waardoor dit effect deel is van de constante. Hoewel de gekozen cumulatieve abnormale rendementen op de tiende en vijftiende dag significant zijn op het één procent niveau, is er geen variabele die dit effect kan verklaren.

6 Conclusie

Dit onderzoek toont aan dat vliegtuigbouwers een significant negatief effect van 0,91 procent ondervinden op de dag dat een vliegtuig neerstort door een technische fout. Dit effect is significant op het één procent niveau. De cumulatieve gemiddelde abnormale rendementen die in dit onderzoek op de dagen na de crash zijn gemeten zijn ook significant negatief bevonden. Er is aangetoond dat de aandelenprijzen van de verschillende vliegtuigbouwers in de 19 dagen na de crash gemiddeld niet herstellen van een crash veroorzaakt door een technische fout. Directe concurrenten in dit onderzoek ondervinden daarentegen geen significant effect op dag van de crash of de daaropvolgende dagen. Deze rivaliteit is nog niet eerder onderzocht. De resultaten laten zien dat de markt inefficiënt reageert op de crashes, daar de prijzen niet gelijk herstellen.

Vliegtuigmaatschappijen in dit onderzoek ondervinden gemiddeld een negatief abnormaal rendement van 4,00 procent op de dag van de crash. Dit effect is significant op het vijf procent niveau. Op de dagen direct na de crash zijn negatieve cumulatieve abnormale rendementen gemeten variërend tussen de 7,79 en 8,94 procent. Vanaf de vierde dag na de crash zijn de gevonden effecten niet meer significant. In de 19 dagen na de crash herstellen de aandelenprijzen van deze vliegtuigmaatschappijen niet naar het initiële niveau. De directe rivalen van de vliegtuigmaatschappijen ondervinden geen significant effect wanneer een vliegtuig crasht door toedoen van een technische fout. Het effect van een dergelijke crash op de aandelenprijzen van vliegtuigmaatschappijen op de aandelenmarkt is in deze paper niet in lijn met de EMH.

Kijkend naar de verschillende variabelen die meegenomen zijn in de regressieanalyse naar het effect van de crashes op vliegtuigbouwers is op de dag van de crash een significant effect gevonden voor vliegtuigbouwers die in Noord-Amerika beursgenoteerd zijn. Het positieve effect van 1,90 procent is significant op het tien procent niveau. De variabele die meet op welke dag na de crash informatie over de oorzaak van de crash bekend werd is ook significant. Op de dag van de crash heeft deze variabele een negatief effect van 0,45 procent, significant op het tien procent niveau. Andere variabelen zijn voor de verschillende periodes niet significant bevonden. De plaats waar het vliegtuig is gecrasht, alsmede de leeftijd van het vliegtuig hebben niet significant invloed op de gemeten abnormale rendementen.

7 Discussie

In dit onderzoek is aangetoond dat voor zowel de vliegtuigbouwers als de vliegtuigmaatschappijen de aandelenprijzen niet geheel herstellen in de 19 dagen na de crash. Voor vliegtuigbouwers zou dit mogelijk kunnen zijn omdat een technische fout relatief lastiger vast te stellen is en hiervoor een langere periode nodig is. Het vinden van het exacte mechanische probleem zal meer tijd innemen dan het vaststellen van een fout van de piloot. In de weken na de crash zal nieuwe informatie in de media komen over de oorzaak. Voor vliegtuigmaatschappijen zou de reden kunnen zijn dat zij alsnog gezien worden als medeschuldige, naast de vliegtuigbouwer. Wanneer meer informatie bekend wordt zal dit een reactie teweeg brengen op de aandelenprijzen van de betreffende vliegtuigmaatschappij.

Hoewel de gevonden resultaten niet in lijn zijn met de EMH is het interessant om te weten te komen wanneer de aandelenprijzen zijn hersteld. Voor vervolgonderzoek zou een langere periode na de crash onderzocht kunnen worden.

Walker et al. (2014) gebruiken in hun onderzoek naar crashes in de Verenigde Staten variabelen voor wetten die van toepassing zijn op claims die passagiers kunnen doen na een crash. Voor vervolgonderzoek zouden de wetten van verschillende landen wereldwijd bestudeerd kunnen worden zodat onderzocht kan worden of deze wetten van invloed zijn op de reactie van de aandelenprijzen op de beurs.

Kaplanski & Levy (2010) keken in hun onderzoek naar de snelheid waarmee informatie op de beurs kwam. In hun paper komt naar voren dat niet het event zelf, de crash, maar het nieuws in de media over die crash het effect op de aandelenmarkt veroorzaakt. Om in vervolgonderzoek te achterhalen of de marktreactie in lijn is met de EMH zou de event dag, de dag van de crash in dit onderzoek, gespecificeerd kunnen worden als de dag dat informatie over de crash in de media bekend wordt. Mogelijk wordt de reactie van de aandelenprijzen op de aandelenmarkt met deze methode wel als efficiënt beschouwd.

Referenties

- ASN Aircraft accident Boeing 737 MAX 8 ET-AVJ Addis Ababa-Bole Airport (ADD). (2019, 12 maart). Geraadpleegd op 20 mei, 2019 van <https://aviation-safety.net/database/record.php?id=20190310-0>
- ASN Aircraft accident Boeing 737 MAX 8 PK-LQP Tanjung Bungin. (2018, 30 oktober). Geraadpleegd op 20 mei, 2019 van <https://aviation-safety.net/database/record.php?id=20181029-0>
- Barnett, A., Menighetti, J., & Prete, M. (1992). The Market Response to the Sioux City DC-10 Crash. *Risk Analysis*, 12(1), 45-52.
- Barrett, W. B., Heuson, A. J., Kolb, R. W., & Schropp, G. H. (1987). The adjustment of stock prices to completely unanticipated events. *Financial Review*, 22(4), 345-354.
- Borenstein, S., & Zimmerman, M. B. (1988). Market incentives for safe commercial airline operation. *The American Economic Review*, 913-935.
- Bosch, J. C., Eckard, E. W., & Singal, V. (1998). The competitive impact of air crashes: Stock market evidence. *The Journal of Law and Economics*, 41(2), 503-519.
- Brown, R. (1998). Rising costs of disaster. *Reactions*, 18(1), 27-30.
- Brown, S. J., & Warner, J. B. (1980). Measuring security price performance. *Journal of financial economics*, 8(3), 205-258.
- Brown, S. J., & Warner, J. B. (1985). Using daily stock returns: The case of event studies. *Journal of financial economics*, 14(1), 3-31.
- Chalk, A. J. (1987). Market forces and commercial aircraft safety. *The Journal of Industrial Economics*, 61-81.

- Chance, D. M., & Ferris, S. P. (1987). The effect of aviation disasters on the air transport industry: a financial market perspective. *Journal of Transport Economics and Policy*, 151-165.
- Davidson, W. N., Chandy, P. R., & Cross, M. (1987). Large losses, risk management and stock returns in the airline industry. *The Journal of Risk and Insurance*, 54(1), 162-172.
- Fama, E. F. (1970). Efficient capital markets: A review of theory and empirical work. *The Journal of Finance*, 25(2), 383-417.
- Ho, J. C., Qiu, M., & Tang, X. (2013). Do airlines always suffer from crashes?. *Economics Letters*, 118(1), 113-117.
- Kaplanski, G., & Levy, H. (2010). Sentiment and stock prices: The case of aviation disasters. *Journal of Financial Economics*, 95(2), 174-201.
- Krieger, K., & Chen, D. (2015). Post-accident stock returns of aircraft manufacturers based on potential fault. *Journal of Air Transport Management*, 43, 20-28.
- MacKinlay, A. C. (1997). Event studies in economics and finance. *Journal of Economic Literature*, 35(1), 13-39.
- Reuters. (2 januari 2019). Plane crash deaths jump sharply in 2018 – but fatalities ‘still rare’. Geraadpleegd van <https://www.theguardian.com/world/2019/jan/02/plane-crash-deaths-jump-sharply-in-2018-but-fatalities-still-rare>
- Walker, T. J., Thiengtham, D. J., & Lin, M. Y. (2005). On the performance of airlines and airplane manufacturers following aviation disasters. *Canadian Journal of Administrative Sciences/Revue Canadienne des Sciences de l'Administration*, 22(1), 21-34.

Walker, T. J., Walker, M. G., Thiengtham, D. N., & Pukthuanthong, K. (2014). The role of aviation laws and legal liability in aviation disasters: A financial market perspective. *International Review of Law and Economics*, 37, 51-65.