WORKING PAPER SERIES

Mehr Whistleblowing, weniger Bilanzmanipulationen? – Über den Abschreckungseffekt des Whistleblowings

Brian Halim

Working Paper No. 14/2018

OTTO VON GUERICKE
UNIVERSITÄT
MAGDEBURG

FACULTY OF ECONOMICS
AND MANAGEMENT

Impressum (§ 5 TMG)
Herausgeber:
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
Fakultät für Wirtschaftswissenschaft
Der Dekan

Verantwortlich für diese Ausgabe:
Brian Halim
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
Fakultät für Wirtschaftswissenschaft
Postfach 4120
39016 Magdeburg
Germany

http://www.fww.ovgu.de/femm

Bezug über den Herausgeber
ISSN 1615-4274

Mehr Whistleblowing, weniger Bilanzmanipulationen? – Über den Abschreckungseffekt des Whistleblowings

Does an Increase in Whistleblowing implicate less Financial Statement Manipulations? – About the Deterrence Effect of Whistleblowing

Von Brian Halim, OvGU Magdeburg*

Abstrakt: Durch die Förderung von Whistleblowing erhofft man sich eine erhöhte Aufdeckung und Verhinderung von Manipulationshandlungen. In dieser Arbeit wird gezeigt, dass (mehr) Whistleblowing nicht unbedingt zu Letzterem führt. Dazu wird ein Spiel modelliert, in dem ein Manager seine Manipulationswahrscheinlichkeit und ein Prüfer seine mit Kosten verbundenen Aufdeckungsbemühungen bestimmt. Es zeigt sich, dass eine wahrscheinlichere Nachprüfungsaufdeckung einen reduzierenden Effekt auf die Manipulationswahrscheinlichkeit besitzt. Eine wahrscheinlichere Aufdeckung vor der eigentlichen Prüfung kann allerdings je nach Kostenfunktion des Prüfers unterschiedliche Auswirkungen haben. Selbst wenn mehr Whistleblowing nicht zu einer Verringerung der Manipulationswahrscheinlichkeit führt, kann es dennoch die Gesamtwohlfahrt steigern.

Abstract: Whistleblowing is supposed to help detecting more committed manipulations. Therefore, this may also deter managers from engaging in potential manipulations. In this paper it is shown that an increase in whistleblowing does not necessarily result in the latter. This is demonstrated within a game in which a manager selects his probability of manipulation and an external auditor selects his costly audit efforts. It is shown that a more likely detection after the audit has a reducing effect on the probability of manipulation. Whereas, a more likely detection before an audit has varying effects depending on the shape of the cost function of the auditor. Even if an increase in whistleblowing does not lead to a reduction in the probability of manipulation, it can still be useful because it reduces the audit fees payable.

JEL-Kennziffern/JEL-Classification: C72, M42, M48

Stichwörter: Dodd-Frank Act, Manipulation, Whistleblowing, Sarbanes-Oxley Act, Wirtschaftsprüfung

Keywords: Dodd-Frank Act, Manipulation, Whistleblowing, Sarbanes-Oxley Act, Auditing

---

* Doktorand, Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre, insbesondere Unternehmensrechnung und Controlling, E-Mail: brian.halim@ovgu.de

1 Einführung

Laut einer Umfrage von PricewaterhouseCoopers LLP (PwC) aus dem Jahr 2016 gaben etwa 36% der 6000 befragten Unternehmen an, dass sie in den letzten 24 Monaten von Economic Fraud betroffen waren, worunter u.a. Unterschlagung, Korruption und Jahresabschlussmanipulationen fallen.[1] Schätzungen zu Folge gehen Unternehmen durch Betrug jährlich etwa 5% ihres Umsatzes verloren, was hochgerechnet auf die geschätzte Summe aller Bruttoinlandsprodukte kombiniert (74,16 Billionen Dollar) etwa einen Betrag von 3,7 Billionen Dollar ausmachen würde.[2]

Whistleblowing könnte ein effektives Instrument sein, um begangenes Fehlverhalten aufzudecken und zukünftiges zu verhindern. In Anlehnung an Near/Miceli (1985) und Miceli/Near (1985) sei Whistleblowing in dieser Arbeit definiert als die Offenlegung von illegalen Praktiken durch Mitglieder einer Organisation gegenüber Personen oder Organisationen, die diese Handlungen beeinflussen können. Whistleblowing scheint bei der Aufdeckung von Betrugsfällen in Unternehmen eine nicht unwesentliche Rolle zu spielen. So untersuchte die Association of Certified Fraud Examiners (ACFE) mit Hilfe einer Onlineumfrage 2410 aufgedeckte Betrugsfälle, und stellt fest, dass ungefähr 40% der Betrugsfälle mit Hilfe von Tipps aufgedeckt wurden, wobei die Tippgeber zu etwa 50% Beschäftigte der Unternehmen waren.[3] Dyck et al. (2010) untersuchen 216 von der Justiz verfolgte (vermeintliche) Betrugsfälle und kommen zum Ergebnis, dass etwa 17% derer zuerst durch Beschäftigte gemeldet worden sind.

Problematisch ist, dass potentielle Whistleblower sich eventuell dafür entscheiden, Betrugsfälle in einer Unternehmung nicht zu melden. Dies könnte z.B. daran liegen, dass sie als Folge einer Meldung hohe Kosten z.B. aufgrund von Vergeltungsaktionen erwarten. Fragwürdig ist auch, ob nach Erhalt einer Meldung ein Empfänger adäquat handelt. Die Entscheidung, Whistleblowing zu betreiben wird von unterschiedlichen Faktoren beeinflusst, wie die Eigenschaften des (potenziellen) Whistleblowers, die des Whistleblowingempfängers, desjenigen, der das Fehlverhalten begangen hat, sowie die Eigenschaften des Fehlverhaltens und die Eigenschaften der Organisation.[4]

[1] Vgl. PricewaterhouseCoopers LLP (2016), S. 8-9.
[2] Vgl. ACFE (2016), S. 4,8. Zur Berechnung des geschätzten Betrugsverlusts wird für die Summe der Bruttoinlandsprodukte auf Daten der Central Intelligence Agency (o. J.) zurückgegriffen.
[3] Vgl. ACFE (2016), S.20-26. Die ACFE definiert als „Occupational Fraud" Korruption, Unterschlag und die Manipulation des Jahresabschlusses. Der tatsächliche Anteil der Beschäftigten, die als Tippgeber fungierten, kann höher liegen, da es auch anonyme Meldungen gab. An der Umfrage aus dem Zeitraum zwischen Januar 2014 und Oktober 2015 konnten von der Organisation ernannte Certified Fraud Examiners teilnehmen. Siehe auch ACFE (2014) für ähnliche Ergebnisse für eine Onlineumfrage aus dem Zeitraum von Oktober 2013 bis Dezember 2013.
[4] Vgl. z. B. Lee/Xiao (2018) für eine Zusammenfassung bisheriger Ergebnisse.

Um Whistleblowing zu fördern, können verschiedene Maßnahmen ergriffen werden, die einem Whistleblower sowohl Schutz vor Vergeltung als auch eine Belohnung für eine Meldung zusichern:

Laut Liyanarachchi/Newdick (2009) hängt die Bereitschaft zum Whistleblowing von der Stärke der Vergeltung ab, mit der ein potentieller Whistleblower konfrontiert ist. Eine Maßnahme, die getroffen werden kann, um die Wahrscheinlichkeit von Vergeltung zu verringern und damit Whistleblowing zu fördern, ist der Aufbau von Kommunikationskanälen, die geheime und anonymisierte Meldungen zulassen. Je nach Adressaten lassen sich dabei zwei Arten von Whistleblowing unterscheiden: Internes Whistleblowing ist eine Meldung innerhalb einer Organisation, während externes Whistleblowing eine Meldung außerhalb einer Organisation darstellt. Eine Meldung an eine Aufsichtsbehörde, wie die SEC (Security and Exchange Commission), oder an Medienvertreter kann daher als externes Whistleblowing angesehen werden. Einen Spezialfall stellt das Outsourcing von Kommunikationskanälen dar, bei dem eine Unternehmung eine andere mit der Entgegennahme und Weiterleitung von Whistleblowingmeldungen beauftragt.

Dyck et al. (2010) finden Hinweise darauf, dass monetäre Anreize eventuell das Whistleblowerverhalten beeinflussen. Butler et al. (2017) untersuchen experimentell die Auswirkungen von monetären Anreizen und kommen zum Ergebnis, dass finanzielle Belohnungen signifikant die bedingte Wahrscheinlichkeit des Whistleblowings erhöhen.

In den USA wurden nach diversen Bilanzskandalen (bspw. Enron und Worldcom) und der Finanzmarktkrise in 2007 der Sarbanes-Oxley Act und der Dodd-Frank Act erlassen, mit dem Ziel, Investoren, Steuerzahler und Konsumenten besser zu schützen. Um dieses Ziel zu erreichen, stehen in beiden Gesetzesinitiativen Paragraphen, die der Förderung von Whistleblowing dienen sollen. Der Sarbanes-Oxley Act (Sec. 301) verlangt, dass Audit Committees von öffentlich gehandelten Unternehmen Kommunikationskanäle einrichten sollen, die eine geheime und anonymisierte Aufdeckung von fragwürdigen Bilanzierungs- oder Prüfungspraktiken ermöglichen. Zusätzlich wird in Sec. 806 gefordert, dass Whistleblower vor Vergeltungsmaßnahmen, wie zum Beispiel Degradierungen, geschützt werden sollen. Der Dodd-Frank-Act (Sec. 922) ordnet die Einrichtung eines externen Kanals durch die Security and Exchange Commission (SEC) an, und erlaubt die Entlohnung von Whistleblowern mit bis zu 10-30% der verhängten Strafen.

Im April 2018 gab die Europäische Kommission Pläne bekannt, Richtlinien einzuführen, um Mindeststandards für den Schutz von Whistleblowern zu etablieren, mit der Absicht illegale Aktivitäten zu enthüllen und europäisches Recht durchzusetzen.[5]

[5] Vgl. European Commission (2018).

Eine Förderung von Whistleblowing könnte also eine Verringerung der Kosten für Vergeltung und eine Erhöhung des Nutzens des Whistleblowers, z.B. durch monetäre Anreize, beinhalten. Gleichzeitig gibt es Probleme, die mit der Förderung von Whistleblowing einhergehen. Anonymisierte Meldungen könnten weniger Beachtung finden, da es ihnen an Glaubwürdigkeit fehlt.[6] Auch könnte es sein, dass Mitarbeiter nicht gut informierte Meldungen abgeben, um sich gesetzliche Schutzregeln und Entlohnungen zu sichern, oder es könnten mutwillig fehlerhafte Meldungen getätigt werden, z.B. um Kollegen zu schaden.

Zusätzlich zur Aufdeckung von Fehlverhalten erhofft man sich durch die Förderung von Whistleblowing, dass Manager von Fehlverhalten abgeschreckt werden. So verkündete die Vorsitzende der SEC, Mary Jo White: “As with any enforcement program, the ultimate goal of our whistleblower program is to deter further wrongdoing. It is no doubt too early to draw conclusions about whether the program has altered corporate behavior and reduced wrongdoing. But we certainly hope it has and will continue to do so. And we are not alone in this hope and expectation.”[7]

Problematisch könnte allerdings an dieser Stelle auch sein, dass Whistleblowing nicht nur Auswirkungen auf die Manipulationsanreize eines Managers haben kann, sondern zusätzlich auch noch auf die Anreize derer, die seinen Bericht, z.B. einen Jahresabschluss, überprüfen müssen. Daher soll in dieser Arbeit untersucht werden, wie sich verstärktes Whistleblowing auf das Verhalten von Managern und Wirtschaftsprüfern, die strategisch miteinander agieren, auswirkt. Zusätzlich sollen auch noch Auswirkungen auf die Entlohnung des Wirtschaftsprüfers analysiert, und Aussagen über die Vorteilhaftigkeit von Whistleblowing aus der Sicht des Eigentümers einer Unternehmung gemacht werden. Dabei wird Whistleblowing als ein System modelliert, dessen Förderung zu einer wahrscheinlicheren Aufdeckung von Manipulationen vor oder nach einer Jahresabschlussprüfung führt. Es wird gezeigt, dass eine alleinige Fokussierung auf die Anreize des Managers unter Umständen nicht zweckmäßig ist.

Abschnitt 2 gibt einen Überblick über die Literatur, die sich mit der strategischen Interaktion zwischen Manager und Wirtschaftsprüfer befasst. Danach wird in Abschnitt 3 ein spieltheoretisches Modell vorgestellt, bei dem die Förderung von Whistleblowing eine wahrscheinlichere Vor- und/oder Nachprüfungsaufdeckung induziert. Anschließend werden noch zusätzliche Aspekte genannt, die auch einen Einfluss auf die Modelle haben könnten. Abschließend wird in Abschnitt 4 ein Fazit gezogen.

[6] Vgl. Near/Miceli (1985), S. 2; Near/Miceli (1995), S. 692.
[7] Vgl. White (2015).

2 Literaturübersicht

Bisher gibt es nur wenige Arbeiten, die die Auswirkungen von Whistleblowing auf eine Manager-Prüfer-Interaktion analysieren: So betrachten Siggelkow et al. (2018) ein Spiel zwischen einem Manager, der einen Betrug begehen kann, einem internen Prüfer, der zwischen zwei Prüfungsniveaus wählen muss und einem Arbeitnehmer, welcher einen Betrug beobachten und melden kann. Es werden drei Modellvarianten betrachtet: Ein Benchmarkmodell ohne Whistleblowing, eine Variante, in dem die Whistleblowingwahrscheinlichkeit exogen vorgegeben wird, und ein, in der der Arbeitnehmer als Spieler seine Whistleblowingwahrscheinlichkeit wählt. Wenn der interne Prüfer ein hohes Prüfungsniveau wählt und es kein Whistleblowing gibt, dann kann er einen Betrug mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit aufdecken. Falls er ein niedriges Prüfungsniveau wählt und es kein Whistleblowing gibt, dann kann er einen Betrug nicht aufdecken. Siggelkow et al. (2018) nehmen an, dass Whistleblowing zu einer sicheren Aufdeckung eines begangenen Betrugs unabhängig vom gewählten Prüfungsniveau führt, allerdings kann der Prüfer, wenn er sich für ein niedriges Prüfungsniveau entschieden hat, im Vergleich zu einem hohen Prüfungsniveau weniger Reputationsgewinn erzielen. Begründet wird dies damit, dass das Board erkennen kann, dass eine Aufdeckung nur wegen dem Whistleblowing erfolgt ist und es ohne Whistleblowing wegen dem geringen Prüfungsniveau keine Aufdeckung gegeben hätte. Die Autoren vergleichen das Benchmarkmodell mit den beiden anderen Modellvarianten. Sie kommen zum Ergebnis, dass in einem Szenario mit Whistleblowing im Vergleich zum Benchmarkmodell mit einer geringeren Wahrscheinlichkeit ein hohes Prüfungsniveau gewählt wird. Bei einer exogen gegebenen Whistleblowingwahrscheinlichkeit kann sich die Betrugswahrscheinlichkeit erhöhen oder auch verringern. Bei einer Modellierung des potentiellen Whistleblowers als Spieler kann sie sich nur erhöhen.

Nun sollen weitere Artikel vorgestellt werden, die sich mit der Interaktion im Rahmen des Auditing beschäftigen. Ein frühes Beispiel dafür lässt sich bei Fellingham/Newman (1985) finden, die ein Spiel zwischen einem Wirtschaftsprüfer und einer zu prüfenden Unternehmung (Klient) genauer betrachten. Der Wirtschaftsprüfer kann zwischen verschiedenen Prüfungsroutinen entscheiden und danach einen Bericht abgeben, die Unternehmung kann zwischen verschiedenen Anstrengungen wählen, die das interne Kontrollsystem und damit das Auftreten von materiellen Fehlern beeinflussen. Die Autoren zeigen auf, dass sich die Ergebnisse einer Modellierung mit nur einem Entscheidungsträger wesentlich von einer spieltheoretischen unterscheidet. Im Folgenden sollen Arbeiten genannt werden, in denen es zu einer strategischen Interaktion zwischen Managern und Prüfern kommt. Bei Newman/Noel (1989) entscheidet der Manager, ob er materielle Fehler in eine Bilanz einbaut oder nicht, und der Prüfer entscheidet über die Annahme oder Ablehnung der Bilanz, nachdem er ein Signal (durch eine

Stichprobe) beobachtet hat, auf dessen Grundlage er seine Erwartungen über die Manipulation aktualisiert. Auch sie zeigen den Unterschied zwischen einer entscheidungstheoretischen und einer spieltheoretischen Modellierung auf. Shibano (1990) beschäftigt sich in seiner Arbeit mit der Modellierung von beabsichtigten und unbeabsichtigten Fehlern. Darauf aufbauend formulieren Matsumura/Tucker (1992) ein Modell mit unbeabsichtigten und beabsichtigten Fehlern, in dem ein Manager über seine Manipulation entscheidet und der Wirtschaftsprüfer Entscheidungen über zwei Tests trifft: Der erste Test ermöglicht ihm, den Prozentsatz an Fehlern zu erkennen, der zweite, eine Manipulation aufzudecken. Da eine Manipulationsentscheidung den Prozentsatz an Fehlern gegenüber der a-priori Verteilung der unbeabsichtigten Fehler erhöht, kann der Wirtschaftsprüfer aufgrund seiner Beobachtung seine Erwartungen über eine Manipulation aktualisieren. Patterson (1993) betrachtet ein Szenario, in dem der Wirtschaftsprüfer Entscheidungen über seine Stichprobengröße und Annahme oder Ablehnung trifft. Ewert (1993) benutzt ein einfaches Manager-Prüfer-Spiel, in dem der Manager seine Manipulationswahrscheinlichkeit und der Prüfer seine Wahrscheinlichkeitsverteilung über seine Prüfungsniveaus festlegt, um Determinanten der Qualität von Unternehmenspublikationen zu bestimmen. Smith et al. (2000) analysieren die Interaktion zwischen System- und Einzelfallprüfungen, indem sie zwei Modelle formulieren: ein Basismodell, in dem der Wirtschaftsprüfer nur Einzelfallprüfungen durchführen kann, und ein anderes, in dem der Wirtschaftsprüfer vor der Einzelfallprüfung noch eine Systemprüfung durchführen kann. Der Wirtschaftsprüfer spielt bei Einzelfallprüfungen eine reine Strategie über eine kontinuierliche Prüfungsintensität, die seine Aufdeckungswahrscheinlichkeit beeinflusst. Im Ergebnis finden sie heraus, dass eine zusätzliche Systemprüfung zwar keinen Einfluss auf die Wahrscheinlichkeit einer nicht-entdeckten Manipulation hat, sie aber dennoch für den Prüfer von Vorteil sein kann, da sie seine Kosten verringert. Fandel/Trockel (2011) untersuchen, wie sich eine etwaige Nachprüfungsaufdeckung durch ein Supervisory Board auf eine Manager-Prüfer-Interaktion auswirkt.

Außerdem gibt es noch Agency-Modelle, wie zum Beispiel Antle (1982), in denen Manager und Prüfer Verträge mit den Unternehmenseigentümern schließen. Diese sollen an dieser Stelle nicht weiter beachtet werden.

In den bisher vorgestellten Arbeiten hat eine marginale Veränderung der erwarteten Auszahlungen des Managers oder des Prüfers bei Gleichgewichten in gemischten Strategien (bzw. Nichtrandlösungen) einen Einfluss auf die Handlungen des jeweils anderen Spielers. Nun soll gezeigt werden, wie sich Whistleblowing auf die erwarteten Auszahlungen und damit auf die Handlungen des Managers und des Wirtschaftsprüfers auswirkt.

3 Modellierung

Nun soll mit Hilfe einer Modifizierung des Basismodells von Smith et al. (2000) gezeigt werden, wie sich mehr Whistleblowingförderung auf ein Manager-Prüfer-Spiel auswirkt. Als Beispiel für eine Förderung wird an dieser Stelle die Installation eines Whistleblowingkanals genutzt, welcher die anonymisierte Meldung von Manipulationen in der Rechnungslegung an die Interne Revision einer Unternehmung ermöglicht. Dabei sollen zwei Modellvariationen dargestellt werden: Beim ersten Modell soll angenommen werden, dass sowohl der Manager als auch der Wirtschaftsprüfer simultan handeln. Danach soll in einem zweiten Modell die Zugfolge verändert werden: Der Manager soll zuerst seine Manipulationsentscheidung treffen, und der Wirtschaftsprüfer wird danach gegeben eine Vorprüfungsaufdeckung oder keine Vorprüfungsaufdeckung seine Aufdeckungswahrscheinlichkeit festlegen.

3.1 Simultanes Handeln

3.1.1 Annahmen

Der Zeitstrahl des Spiels wird in Abbildung 1 dargestellt. $i \in \{0, WB\}$ zeigt an, ob ein Whistleblowingkanal installiert worden ist.

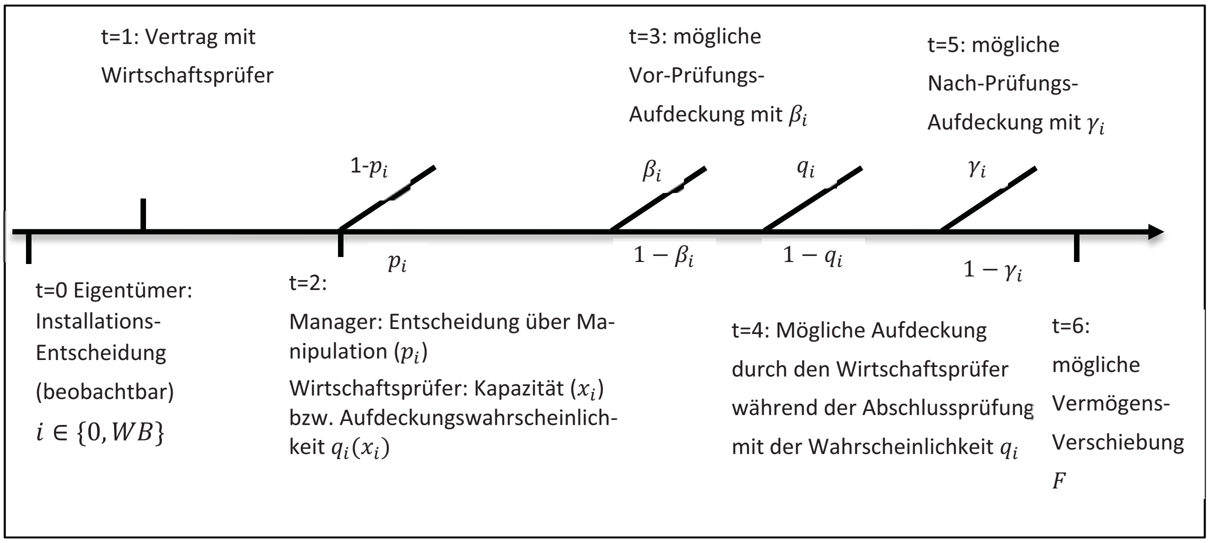

Abbildung 1: Simultanes Handeln - Zeitstrahl

Gegeben die Installationsentscheidung des Eigentümers ist in Abbildung 2 das Teilspiel zwischen Manager und Wirtschaftsprüfer beschrieben. Die Zielfunktionen des Managers und des Wirtschaftsprüfers seien bekannt, allerdings kann im Teilspiel kein Spieler den jeweils anderen beobachten. Daher handelt es sich bei den zwei Teilspielen in t=2 um simultane Spiele.[8]

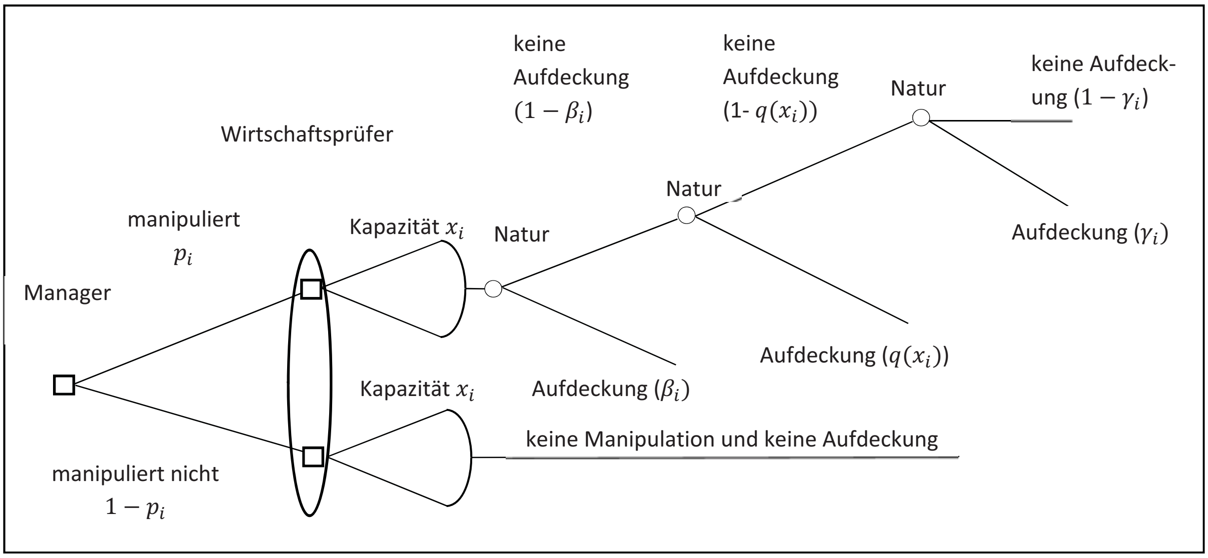

Abbildung 2: Spielbaum des Teilspiels i

Nun sollen die einzelnen Bestandteile des Modells näher erläutert werden. Es sei angenommen, dass sämtliche Parameter common knowledge sind.

Aufdeckungswahrscheinlichkeiten β_i und γ_i:

Die Aufdeckungswahrscheinlichkeiten β_i und γ_i sind bedingte Wahrscheinlichkeiten, die durch die Wahl der Installationsentscheidung des Eigentümers beeinflusst werden.

Gegeben eine Manipulation, kann diese vor der Prüfung mit der Wahrscheinlichkeit β_i aufgedeckt werden. Falls eine Manipulation nicht vor oder während der Prüfung aufgedeckt wird, kann sie mit der Wahrscheinlichkeit γ_i nach ihr aufgedeckt werden. Es sei angenommen, dass wenn ein Wirtschaftsprüfer seine Prüfungsintensität erhöhen sollte, dies zwar Auswirkungen auf q_i, aber nicht auf γ_i hat. Die gemeinsame Wahrscheinlichkeit einer Aufdeckung einer Manipulation zu einem Nachprüfungszeitpunkt sinkt zwar, der Grund liegt aber in der Verringerung von $(1-q_i)$, nicht in einer Veränderung von γ_i.[9]

[8] Zwar kann wohl davon ausgegangen werden, dass der Manager zeitlich vor dem Wirtschaftsprüfer zieht, aber relevant für dieses Teilspiel ist, dass der Wirtschaftsprüfer zum Zeitpunkt seiner Entscheidung über die Aufdeckungswahrscheinlichkeit q_i kein Wissen über die Handlung des Managers hat.

[9] Dies ist eine rein technische Annahme. Natürlich bestünde auch die Möglichkeit, die Modellierung so zu ändern, dass die Nachprüfungsaufdeckungswahrscheinlichkeit auch von x_i beeinflusst wird. Bspw. könnte es der

Die Aufdeckungswahrscheinlichkeiten werden neben der Förderung durch Whistleblowing auch noch durch andere Maßnahmen beeinflusst. Beispiele dafür sind die Besetzung der Abteilung für interne Revision mit fähigen Mitarbeitern und eine durch die EDV automatisch durchgeführte Überprüfung von Buchungen.

An dieser Stelle soll nun eine Fördermöglichkeit von Whistleblowing als Teil der möglichen Maßnahmen betrachtet werden: Der Eigentümer kann einen Whistleblowingkanal mit Kosten CI installieren. Diese Installation kann mindestens eine der beiden Aufdeckungswahrscheinlichkeiten β_i und γ_i steigern. Um im Folgenden die Analyse einfach zu halten, sollen nun zwei Szenarien betrachtet werden: Bei einer positiven Installationsentscheidung werde entweder die Wahrscheinlichkeit der Vorprüfungsaufdeckung oder die Wahrscheinlichkeit der Nachprüfungsaufdeckung erhöht, es gelte entweder $\beta_{WB} > \beta_0$ mit $\gamma_{WB} = \gamma_0$ oder $\gamma_{WB} > \gamma_0$ mit $\beta_{WB} = \beta_0$. Die Auswirkungen der einzelnen Steigerungen lassen sich mit Hilfe von (Kreuz-)Ableitung analysieren.[10]

Die Entscheidungen und Zielfunktionen der Spieler sind wie folgt:

Zielfunktion und Manipulationsentscheidung des Managers:

Der Manager ist risikoneutral und vor Strafzahlungen geschützt. Er maximiert seinen erwarteten Nutzen durch seine Manipulationsentscheidung.

$$u_i^M = p_i[\beta_i(-P_D) + (1-\beta_i)q_i(-P_D) + (1-\beta_i)(1-q_i)(\gamma_i(-P_D) + (1-\gamma_i)F)] = p_i * \\ [\underbrace{\beta_i(-P_D)}_{\substack{\text{Bestrafung:}\\ \text{mögliche}\\ \text{Aufdeckung}\\ \text{vor}\\ \text{der Prüfung}}} \underbrace{+(1-\beta_i)q_i(-P_D)}_{\substack{\text{Bestrafung:}\\ \text{mögliche}\\ \text{Aufdeckung}\\ \text{während}\\ \text{der Prüfung}}} \underbrace{+(1-\beta_i)(1-q_i)\gamma_i(-P_D)}_{\substack{\text{Bestrafung:}\\ \text{mögliche}\\ \text{Aufdeckung}\\ \text{nach}\\ \text{der Prüfung}}} \underbrace{+(1-\beta_i)(1-q_i)(1-\gamma_i)F}_{\substack{\text{Vermögensverschiebung}\\ \text{bei}\\ \text{Nichtaufdeckung}}}]$$

$p_i[\beta_i(-P_D) + (1-\beta_i)q_i(-P_D) + (1-\beta_i)(1-q_i)\gamma_i(-P_D)] + R_iF$ mit $R_i = p_i(1-\beta_i)(1-q_i)(1-\gamma_i)$ und $i \in \{0, WB\}$

Der Manager beobachtet, ob ein Whistleblowingkanal installiert worden ist, und trifft danach seine Entscheidung über die eigene Manipulationswahrscheinlichkeit p_i ($i \in \{0, WB\}$). Eine reine Strategie, $p_i = 0$ oder $p_i = 1$, ist hierbei vorstellbar, soll aber später im Ergebnisteil bei der Gleichgewichtsanalyse durch zusätzliche Annahmen ausgeschlossen werden. Eine Manipulation ist

Fall sein, wenn Insider aufgrund einer sorgfältigen Prüfung entmutigt werden, Whistleblowing zu betreiben. Dies würde die Analyse jedoch unnötig verkomplizieren.

[10] In diesem Modell entscheidet der Eigentümer über diese Installation, es kann in der Realität aber auch angenommen werden, dass die Kanalinstallation mit Hilfe von Gesetzen vom Staat erzwungen worden ist. Dies hat allerdings keinen Effekt auf die Struktur der nachfolgenden Teilspiele.

dann erfolgreich, wenn sie an allen möglichen Aufdeckungszeitpunkten nicht aufgedeckt wird. Falls eine Manipulation aufgedeckt wird, erleidet der Manager einen Reputationsverlust in Höhe von $-P_D < 0$. Bei einer erfolgreichen Manipulation kann er den Eigentümer schädigen, und durch eine Vermögensverschiebung von ihm den Betrag $F > 0$ erhalten.

An dieser Stelle sei auch die „Fehlerwahrscheinlichkeit“ R_i definiert: Sie zeige das Risiko einer Vermögensverlagerung vom Eigentümer hin zum Manager auf, wobei hier von unbeabsichtigten Fehlern abstrahiert werden soll. Daraus folgt u.a., dass ein erkannter fehlerhafter Bericht immer ein Zeichen für eine beabsichtigte Manipulation („Fraud“) ist. Es gilt $R_i = p_i(1-\beta_i)(1-q_i)(1-\gamma_i)$ mit $i \in \{0, WB\}$. Diese Fehlerwahrscheinlichkeit ähnelt der Definition des Prüfungsrisikos: Dieses setzt sich aus dem inhärenten Risiko, dem Kontrollrisiko und dem Entdeckungsrisiko zusammen. Das inhärente Risiko bezeichnet die Anfälligkeit eines Prüfungsfeldes für das Auftreten von Fehlern, das Kontrollrisiko stellt die Gefahr dar, dass das interne Kontrollsystem einer Unternehmung Fehler nicht verhindert oder aufdeckt und korrigiert, und das Entdeckungsrisiko stellt das Risiko dar, dass ein Abschlussprüfer Fehler in der Rechnungslegung während der Prüfungshandlung nicht entdeckt.[11] Daher könnten die ersten drei Komponenten der Fehlerwahrscheinlichkeit als Bestandteile des Prüfungsrisikos interpretiert werden, wobei es zusätzlich zum Prüfungsrisiko auch noch eine Aufdeckungsmöglichkeit nach der eigentlichen Prüfung gibt.

Zielfunktion und Aufdeckungsbemühungen des Wirtschaftsprüfers:

In t=1 beauftragt der Eigentümer einen Wirtschaftsprüfer mit der Überprüfung des Jahresabschlusses. Die Prüfungshandlung des Wirtschaftsprüfers sei durch den Eigentümer nicht beobachtbar oder verifizierbar. Wegen Neutralitätsbestimmungen ist es dem Eigentümer untersagt, dem Wirtschaftsprüfer einen Anreizvertrag anzubieten, welcher eine Prämie für das Auffinden von Manipulationen beinhaltet. Stattdessen erhält der Wirtschaftsprüfer eine fixe Prüfungsgebühr für einen Auftrag. Es sei angenommen, dass der Wirtschaftsprüfer auf einem Markt mit vollkommenen Wettbewerb agiert, und einen Reservationsnutzen in Höhe von null hat. Dies impliziert, dass in t=1 der Wirtschaftsprüfer einen Vertrag annehmen wird, wenn die angebotene fixe Prüfungsgebühr den erwarteten Disnutzen, den er durch die Prüfung erleidet, deckt. Weiterhin sei angenommen, dass der Wirtschaftsprüfer nicht mit dem Manager kolludieren kann (aufrichtiger Wirtschaftsprüfer).

[11] Vgl. IDW PS 261.

Der Wirtschaftsprüfer ist risikoneutral und nutzenmaximierend. Sein erwarteter Disnutzen den er im Zusammenhang mit der Prüfung in t=2 erleidet ist $v_i^A \in (-\infty, 0]$. Diesen kann er durch Wahl seiner Aufdeckungswahrscheinlichkeit q_i beeinflussen:[12]

$$v_i^A = p_i(1-\beta_i)(1-q_i)\gamma_i(-D) - C(q_i) \text{ mit } i \in \{0, WB\}$$

$$= \underbrace{p_i(1-\beta_i)(1-q_i)\gamma_i(-D)}_{\textit{Bestrafungsterm}} \quad \underbrace{-\,C(q_i)}_{\textit{Kostenterm}} \text{ mit } i \in \{0, WB\}.$$

Der Manager manipuliert einen Bericht mit der Wahrscheinlichkeit p_i. Ob eine Manipulation spätestens bei der Abschlussprüfung aufgedeckt wird, hängt vom Vorhandensein eines Whistleblowingkanals und von der Prüfungsintensitätsplanung des Wirtschaftsprüfers am Anfang der Periode ab. Wenn eine Manipulation nicht vor (mit der Wahrscheinlichkeit $1-\beta_i$) oder während der Abschlussprüfung (mit der Wahrscheinlichkeit $1-q_i$) aufgedeckt worden ist, kann es sein, dass sie danach aufgedeckt wird (γ_i), woraufhin der Wirtschaftsprüfer einen Reputationsschaden $(-D < 0)$ erleidet, da ihm bei einer nachträglichen Aufdeckung ein Versagen bei der Prüfung nachgewiesen werden kann. Der Reputationsschaden kann sich bspw. in einer Verringerung der zukünftigen Klientenanzahl widerspiegeln. So untersuchen Weber/Willenborg/Zhang (2008) die Auswirkungen des ComROAD-Skandals auf die Klientenanzahl von KPMG und stellen fest, dass sich nach der Aufdeckung der Manipulationen der Prozentsatz der Klienten, die im Jahr 2002 von KPMG zu anderen Prüfungsgesellschaften wechselten, verdoppelte.[13]

Der erste Term der Zielfunktion kann daher als eine erwartete Bestrafung interpretiert werden, wobei $\gamma_i(-D)$ die bedingte erwartete Bestrafung darstellt, wenn eine Manipulation nicht spätestens während der Prüfung aufgedeckt wird. Der Bestrafungsterm kann durch eine Erhöhung von q_i reduziert werden. Im Folgenden sei eine marginale Bestrafungsabnahme als Grenznutzen von q_i definiert.

Der Bestrafungsabnahme stehen zusätzliche Kosten für die Aufdeckungswahrscheinlichkeit bzw. Prüfungsintensität gegenüber. Es sei angenommen, dass der Wirtschaftsprüfer nach der Vertragsannahme eine reine Strategie über seine Prüfungsintensität x_i festlegt, die sich auf die bedingte Aufde-

[12] v_i^A ist für $p_i > 0$ negativ, und kann daher auch in eine positive Zielfunktion „erwartete Kosten" umgewandelt werden (welche zu minimieren ist). In Anlehnung an Smith et al. (2000) soll allerdings die Variante im Fließtext verwendet werden. Der Vorteil des Vorgehens ist, dass der „positive Grenznutzen der Aufdeckungswahrscheinlichkeit q_i" die marginale Bestrafungsabnahme darstellt.

[13] Zusätzlich besteht noch die Gefahr von staatlichen Sanktionen: In den USA ist die U.S. Security and Exchange Commission (SEC) mit dem Enforcement der Rechnungslegungsstandards betraut. Sie und das ihr untergeordnete Public Company Accounting Oversight Board (PCAOB) sind für die Beaufsichtigung von Wirtschaftsprüfern verantwortlich. Das PCAOB kann, wenn es Verstöße aufdeckt, Wirtschaftsprüfer bestrafen, bspw. durch temporäre oder permanente Suspendierungen, Einschränkungen der Aktivitäten und Strafzahlungen.

ckungswahrscheinlichkeit q_i auswirkt. q_i ist eine konkave (lineare oder streng konkave), streng monoton wachsende Funktion von x_i ($q_i = q(x_i)$). Die Kosten für die Prüfungsintensität x_i seien linear (cx_i). Übertragen auf die Wirklichkeit umfasst die Prüfungsintensitätsplanung sowohl das Einstellen und Einteilen von qualifiziertem Personal als auch Überlegungen über die Anzahl und Größe der zu überprüfenden Unternehmen.

Es werden die Auswirkungen einer linearen ($q_i = ax_i$) und einer negativ-exponentiellen ($q_i = 1 - e^{(-bx_i)}$) Aufdeckungsfunktion betrachtet. Die Koeffizienten a und b sind Effektivitätsparameter, die beschreiben, wie stark sich eine marginale Erhöhung der Prüfungsintensität auf die Aufdeckungswahrscheinlichkeit auswirkt. Die Bezeichnung v_i^{A1} wird für ein Szenario verwendet, in dem der Wirtschaftsprüfer über eine lineare Aufdeckungsfunktion verfügt, die Bezeichnung v_i^{A2}, wenn er über eine negativ exponentielle Aufdeckungsfunktion verfügt. Im Rahmen der Formulierung der Zielfunktion des Wirtschaftsprüfers soll seine Entscheidungsvariable q_i sein, wobei eine Formulierung mit x_i als Entscheidungsvariable allerdings ebenso möglich ist. Bei einer linearen Aufdeckungsfunktion gilt $C(q_i) = \frac{c}{a} q_i$, bei einer exponentiellen Aufdeckungsfunktion $C(q_i) = \frac{c}{b} ln\left(\frac{1}{1-q_i}\right)$. Die logarithmische Kostenfunktion ist streng konvex im Intervall (0;1), und für $q_i \rightarrow 1$ gilt $C(q_i) \rightarrow \infty$. Die Zielfunktionen des Wirtschaftsprüfers sind daher für eine lineare Kostenfunktion $v_i^{A1} = -p_i(1-\beta_i)(1-q_i)\gamma_i D - \frac{c}{a} q_i$ und für eine logarithmische Kostenfunktion $v_i^{A2} = -p_i(1-\beta_i)(1-q_i)\gamma_i D - \frac{c}{b} ln\left(\frac{1}{1-q_i}\right)$. Die Ableitung des Kostenterms nach q_i sei nun als „Grenzkosten der Aufdeckungswahrscheinlichkeit" definiert.[14]

Es sei angenommen, dass es für den Prüfer nicht möglich ist, festgelegtes q_i zu verändern. Dies könnte daran liegen, dass eine kurzfristige Veränderung der Prüfungsteams mit sehr hohen Kosten verbunden ist, so dass sich diese aus der Sicht des Prüfers nicht lohnt.

Zielfunktion und Installationsentscheidung des Eigentümers:

Der Unternehmensinhaber sei risikoneutral und maximiere seinen erwarteten Nettogewinn. Im Folgenden wird eine Zielfunktion bestimmt unter der Annahme, dass der Eigentümer durch eine Manipulation nur geschädigt werden kann.

In t=0 gilt für den erwarteten Nettogewinn $G_{WB} = \Pi - (R_{WB}F + CI - v_{WB}^A)$ im Fall einer Kanalinstallation und $G_0 = \Pi - (R_0 F - v_0^A)$ im Fall einer Nichtinstallation.

Π sei der nicht beobachtbare Firmenwert. Der Eigentümer entscheidet sich für oder gegen eine Einführung eines Whistleblowingkanals mit den Kosten CI. Im Fall einer fehlerhaften, nicht korrigierten

[14] Im Folgen werden bezogen auf den Prüfer die Begriffe Aufdeckungswahrscheinlichkeit, Aufdeckungsbemühung(-en) und Aufdeckungsanstrengung(-en) synonym verwendet.

Berichterstattung erleidet der Unternehmensinhaber einen Verlust in Höhe von $F > 0$ aufgrund einer möglichen Vermögensverlagerung. Mit der Wahrscheinlichkeit R_{WB} gibt es mit einem Whistleblowingkanal eine fehlerhafte Berichterstattung in t=6, mit der Wahrscheinlichkeit R_0 gibt es ohne Whistleblowingkanal eine fehlerhafte Berichterstattung in t=6. In t=1 muss der Eigentümer dem Wirtschaftsprüfer dessen negativen erwarteten Disnutzen ersetzen, wobei er sowohl die Kosten für die Prüfungsintensität als auch den erwarteten Reputationsschaden für die gleichgewichtigen Manipulations- und Aufdeckungswahrscheinlichkeiten entlohnt. Da Π nicht durch die Entscheidungen der Spieler beeinflusst wird, kann man das Problem umformulieren: Der Unternehmensinhaber sei an der Minimierung seiner erwarteten Kosten interessiert, die $K_{WB} = R_{WB}F + CI - v_{WB}^A$ bei Einführung und $K_0 = R_0F - v_0^A$ bei Nichteinführung des Kanals sind. Aus der Sicht des Eigentümers verringern sich c. p. seine erwarteten Kosten, wenn sich die Fehlerwahrscheinlichkeit oder die Prüfungsgebühren verringern. Daher ist eine Installation für den Eigentümer vorteilhaft, wenn die Installationskosten durch verringerte erwartete Verluste und/oder durch verringerte Prüfungsgebühren (über-)kompensiert werden.

3.1.2 Ergebnisse

Nun soll hergeleitet werden, wie sich eine Erhöhung der Wahrscheinlichkeit der Vorprüfungsaufdeckung β_i oder der Wahrscheinlichkeit der Nachprüfungsaufdeckung γ_i auf die Fehlerwahrscheinlichkeit R_i auswirkt. Es lassen sich dabei direkte und indirekte Effekte voneinander unterscheiden, die mit Hilfe der totalen Ableitung dargestellt werden können. [15]

Gesamteffekt einer marginalen Steigerung von β_i:

$$\frac{dR_i}{d\beta_i} = \underbrace{\frac{\partial R_i}{\partial \beta_i}}_{\substack{direkter\\Effekt}} + \underbrace{\frac{\partial R_i}{\partial p_i}\frac{\partial p_i}{\partial \beta_i}}_{\substack{indirekter\\Effekt}} + \underbrace{\frac{\partial R_i}{\partial q_i}\frac{\partial q_i}{\partial \beta_i}}_{\substack{indirekter\\Effekt}}$$

Gesamteffekt einer marginalen Steigerung von γ_i:

$$\frac{dR_i}{d\gamma_i} = \underbrace{\frac{\partial R_i}{\partial \gamma_i}}_{\substack{direkter\\Effekt}} + \underbrace{\frac{\partial R_i}{\partial p_i}\frac{\partial p_i}{\partial \gamma_i}}_{\substack{indirekter\\Effekt}} + \underbrace{\frac{\partial R_i}{\partial q_i}\frac{\partial q_i}{\partial \gamma_i}}_{\substack{indirekter\\Effekt}}$$

Der direkte Effekt ist hierbei der „statistische Effekt" einer Erhöhung von β_i und γ_i: Die Fehlerwahrscheinlichkeit ist $R_i = p_i(1-\beta_i)(1-q_i)(1-\gamma_i)$. Gegeben p_i, β_i, q_i und γ_i befinden sich im offenen

[15] Analog lässt sich an dieser Stelle auch der erwartete Nutzen des Wirtschaftsprüfers und damit die zu zahlende Prüfungsgebühr mit Hilfe der totalen Ableitung zerlegen.

Intervall $(0; 1)$, so führt c. p. eine Erhöhung von β_i oder γ_i zu einer Verringerung der Fehlerwahrscheinlichkeit $\left(\frac{\partial R_i}{\partial \beta_i} < 0, \frac{\partial R_i}{\partial \gamma_i} < 0\right)$.

Die Fehlerwahrscheinlichkeit wird allerdings nicht nur vom direkten Effekt beeinflusst – sowohl Wirtschaftsprüfer als auch Manager reagieren auf eine Installation eines Kanals, indem sie ihre Verhaltensweisen ändern. Im Folgenden sollen nun zuerst einmal in Lemma 1 und Lemma 2 die Auswirkungen einer marginalen Steigerung von β_i und γ_i auf die Grenznutzen der beiden Spieler betrachtet werden. Danach zeigen Proposition 1 und Proposition 2 wie sich die Fehlerwahrscheinlichkeit und die Prüfungsgebühr verändern.

Für den Manager sei festgestellt, dass es sich für ihn c. p. weniger lohnt, zu betrügen, wenn das Entdeckungsrisiko steigt. Gegeben eine Manipulation wird es weniger wahrscheinlich, dass er den Betrag F durch eine Vermögensverschiebung erhält, während es wahrscheinlicher wird, dass er einen Reputationsverlust $(-P_D < 0)$ erleidet. Daher lautet Lemma 1:

Lemma 1: C. p. führt für den Manager

a.) eine marginale Erhöhung von β_i zu einer Verringerung des (erwarteten) Grenznutzens von p_i.

b.) eine marginale Erhöhung von γ_i zu einer Verringerung des (erwarteten) Grenznutzens von p_i.

Beweis:

Für $q_i = q_{WB} = q_0 = const. \in (0,1)$, $\beta_i \in (0,1)$, $\gamma_i \in (0,1)$ und $(\gamma_i(-P_D) + (1-\gamma_i)F) > 0$:

$$\frac{\partial u_i^M}{\partial p_i} = \beta_i(-P_D) + (1-\beta_i)q_i(-P_D) + (1-\beta_i)(1-q_i)(\gamma_i(-P_D) + (1-\gamma_i)F)$$

a.) $\frac{\partial^2 u_i^M}{\partial p_i \partial \beta_i} = (q_i - 1)P_D - (1-q_i)(\gamma_i(-P_D) + (1-\gamma_i)F) < 0$

b.) $\frac{\partial^2 u_i^M}{\partial p_i \partial \gamma_i} = (1-\beta_i)(1-q_i)(-P_D - F) < 0$ ■

Für den Wirtschaftsprüfer hingegen hat c. p. eine Erhöhung der Wahrscheinlichkeit der Vorprüfungsaufdeckung β_i eine andere Wirkung als eine Erhöhung der Wahrscheinlichkeit der Nachprüfungsaufdeckung γ_i. Der Kostenterm $C(q_i)$ bleibt unberührt, während sich der Bestrafungsterm verändert, und damit auch der Grenznutzen von q_i:

- C. p. bedeutet ein Anstieg von β_i für den Wirtschaftsprüfer, dass eine Manipulation eventuell schon aufgedeckt wird, bevor er selbst prüfen muss - ein Prüfungsversagen wird weniger wahrscheinlich. Zusätzlich bedeutet dies aber auch, dass situationsbedingt die Effektivität der bedingten Aufdeckungswahrscheinlichkeit q_i sinkt: Da der Wirtschaftsprüfer vorhersieht, dass er wahrscheinlich nicht mehr prüfen muss (und dabei eventuell versagt und bestraft wird), sinkt für ihn der Grenznutzen seiner Aufdeckungswahrscheinlichkeit.

- C. p. führt ein Anstieg von γ_i hingegen dazu, dass der Wirtschaftsprüfer mit einer höheren Wahrscheinlichkeit für ein Prüfungsversagen zur Verantwortung gezogen werden kann (seine (bedingte) erwartete Bestrafung steigt an). Wenn er sich dafür entscheiden sollte, mehr zu prüfen, verringert sich bei hohen γ_i seine erwartete Bestrafung stärker als bei niedrigen – wenn γ_i sich erhöht, erhöht sich auch der Grenznutzen seiner Aufdeckungswahrscheinlichkeit.

Daher lässt sich für Lemma 2 Folgendes konstatieren:

Lemma 2: C. p. führt für den Wirtschaftsprüfer

a.) eine marginale Erhöhung von β_i zu einer Verringerung des Grenznutzens von q_i.

b.) eine marginale Erhöhung von γ_i zu einer Erhöhung des Grenznutzens von q_i.

Beweis:

Für $p_i = p_{WB} = p_0 = const. \in (0,1)$, $\beta_i \in (0,1)$, $\gamma_i \in (0,1)$:

$$\frac{\partial v_i^A}{\partial q_i} = p_i(1-\beta_i)\gamma_i D - C'(q_i)$$

$$\frac{\partial^2 v_i^A}{\partial q_i \partial \beta_i} = -p_i \gamma_i D < 0$$

$$\frac{\partial^2 v_i^A}{\partial q_i \partial \gamma_i} = p_i(1-\beta_i)D > 0 \qquad \blacksquare$$

Im Folgenden sollen nun Nash-Gleichgewichte hergeleitet werden, bei denen keiner der beiden Spieler eine Randlösung wählt. Um dies zu erreichen, müssen zusätzliche Nebenbedingungen erfüllt sein:

Eine mögliche Randlösung wäre $p_i = q_i = 0$. Diese Lösung wird erreicht, wenn β_i und γ_i kombiniert so stark sind, so dass der Grenznutzen des Managers auch ohne Überprüfung des Wirtschaftsprüfers kleiner als null ist, also $\beta_i + \gamma_i - \beta_i\gamma_i > \frac{F}{F+P_D}$ gilt.[16] In diesem Fall ist der Wirtschaftsprüfer überflüssig,

[16] Der negative, multiplikative Term $-\beta_i\gamma_i$ spiegelt wieder, dass eine einmal aufgedeckte Manipulation später nicht noch einmal aufgedeckt werden kann.

da nie manipuliert wird. Da dieser Fall eher als realitätsfern einzuschätzen ist, sei an dieser Stelle als zusätzliche Bedingung $\beta_i + \gamma_i - \beta_i\gamma_i < \frac{F}{F+P_D}$ eingefügt, um ihn auszuschließen.

Ein Spezialfall für lineare Kostenfunktionen ist $p_i = 1$ und $q_i = 0$. Dieser kann auftreten, wenn für den Wirtschaftsprüfer der Grenznutzen der Bestrafungsverringerung immer kleiner ist als die Grenzkosten der Aufdeckungswahrscheinlichkeit. Gegeben $p_i = 1$ wird der Wirtschaftsprüfer niemals eine positive Prüfungsintensität wählen, wenn $\left.\frac{\partial v_i^{A1}}{\partial q_i}\right|_{p_i = 1} < 0 \Leftrightarrow (1-\beta_i)\gamma_i D < \frac{c}{a}$. Wenn zusätzlich noch die Bedingung $\beta_i + \gamma_i - \beta_i\gamma_i < \frac{F}{F+P_D}$ gelten sollte, betrügt der Manager mit Sicherheit. Daher muss für den Fall einer linearen Kostenfunktion zusätzlich die Bedingung $\frac{c}{a} < (1-\beta_i)\gamma_i D$ beachtet werden.

Nun werden Nash-Gleichgewichte näher analysiert, die Nicht-Randlösungen darstellen. In diesen Gleichgewichten machen sich Manager und Wirtschaftsprüfer gegenseitig durch die Wahl ihrer Wahrscheinlichkeiten indifferent. Zuerst wird in 3.2.1 auf lineare Kostenfunktionen eingegangen und danach in 3.2.2 auf logarithmische.

3.1.2.1 Analyse bei linearen Kostenfunktionen

Proposition 1: Ist die Kostenfunktion linear und Randlösungen ausgeschlossen,

a.) führt eine marginale Erhöhung von β_i zu einer Erhöhung der Fehlerwahrscheinlichkeit, während der erwartete Disnutzen des Prüfers gleichbleibt.

b.) führt eine marginale Erhöhung von γ_i zu einer Verringerung der Fehlerwahrscheinlichkeit, während der erwartete Disnutzen des Prüfers gleichbleibt.

Beweis:

In Lemma 1 und Lemma 2 wurde beschrieben, wie sich die Anreize des Managers und des Wirtschaftsprüfers verändern, wenn β_i oder γ_i sich verändern. Nun reagieren beide Spieler jeweils auf eine Verringerung (Erhöhung) der Anreize des jeweils anderen, indem sie ihre gleichgewichtigen Wahrscheinlichkeiten erhöhen (verringern).

Im Gleichgewicht wählt der Wirtschaftsprüfer ein q_i, das den Manager indifferent bezüglich der Wahl von p_i, macht.

$$\frac{\partial u_i^M}{\partial p_i} = \beta_i(-P_D) + (1-\beta_i)q_i(-P_D) + (1-\beta_i)(1-q_i)(\gamma_i(-P_D) + (1-\gamma_i)F\ ) = 0$$

$$\Rightarrow q_i = 1 - \frac{P_D}{(1-\gamma_i)(1-\beta_i)(P_D+F)}$$

Eine Abweichung von dem gleichgewichtigen q_i führt dazu, dass der Manager eine reine Strategie spielt:

Falls $q_i < 1 - \frac{P_D}{(1-\gamma_i)(1-\beta_i)(P_D+F)} \rightarrow \frac{\partial u_i^M}{\partial p_i} > 0 \rightarrow p_i = 1$

Falls $q_i > 1 - \frac{P_D}{(1-\gamma_i)(1-\beta_i)(P_D+F)} \rightarrow \frac{\partial u_i^M}{\partial p_i} < 0 \rightarrow p_i = 0$

Die Ableitungen von q_i nach β_i und nach γ_i sind daher:

$\Rightarrow \frac{\partial q_i}{\partial \beta_i} = -\frac{P_D}{(1-\gamma_i)(1-\beta_i)^2(P_D+F)} < 0$ und $\frac{\partial q_i}{\partial \gamma_i} = -\frac{P_D}{(1-\gamma_i)^2(1-\beta_i)(P_D+F)} < 0$

Der Manager hingegen macht den Wirtschaftsprüfer durch die Wahl von p_i indifferent bezüglich der Wahl von q_i: $\frac{\partial v_i^{A1}}{\partial q_i} = p_i(1-\beta_i)\gamma_i D - \frac{c}{a} = 0 \Rightarrow \; p_i = \frac{c}{a(1-\beta_i)\gamma_i D}$

Eine Abweichung von dem gleichgewichtigen p_i führt dazu, dass der Wirtschaftsprüfer eine reine Strategie spielt:

Falls $p_i > \frac{c}{a(1-\beta_i)\gamma_i D} \rightarrow \frac{\partial v_i^{A1}}{\partial q_i} > 0 \rightarrow q_i = 1$

Falls $p_i < \frac{c}{a(1-\beta_i)\gamma_i D} \rightarrow \frac{\partial v_i^{A1}}{\partial q_i} < 0 \rightarrow q_i = 0$

Die Ableitungen von p_i nach β_i und nach γ_i sind

$\Rightarrow \frac{\partial p_i}{\partial \beta_i} = \frac{c}{a(1-\beta_i)^2\gamma_i D} > 0$ und $\frac{\partial p_i}{\partial \gamma_i} = -\frac{c}{a(1-\beta_i)\gamma_i^2 D} < 0.$

Da die Fehlerwahrscheinlichkeit $R_i = p_i(1-\beta_i)(1-q_i)(1-\gamma_i)$ ist, können nun die Auswirkungen der gegensätzlichen Effekte mit Hilfe der totalen Ableitung analysiert werden:

$$R_i = p_i(1-\beta_i)(1-q_i)(1-\gamma_i) = \frac{c}{a\gamma_i D} * \frac{P_D}{(1-\beta_i)(P_D+F)}$$

Durch die totale Ableitung kann man nun die Effekte einer Steigerung von β_i und γ_i analysieren. Für β_i gilt

$$\frac{dR_i}{d\beta_i} = \frac{\partial R_i}{\partial \beta_i} + \frac{\partial R_i}{\partial p_i}\frac{\partial p_i}{\partial \beta_i} + \frac{\partial R_i}{\partial q_i}\frac{\partial q_i}{\partial \beta_i} = -\frac{c}{a(1-\beta_i)\gamma_i D} * (1-q_i)(1-\gamma_i) + (1-\beta_i)(1-q_i)(1-\gamma_i) * \frac{c}{a(1-\beta_i)^2\gamma_i D} - p_i(1-\beta_i)(1-\gamma_i) * \frac{-P_D}{(1-\gamma_i)(1-\beta_i)^2(P_D+F)} = \frac{cP_D}{a\gamma_i D(1-\beta_i)^2(P_D+F)} > 0.$$

Eine marginale Erhöhung von β_i führt dazu, dass der Manager seine Manipulationswahrscheinlichkeit p_i als Antwort auf die geringeren Prüfungsanreize des Wirtschaftsprüfers erhöht $\left(\frac{\partial R_i}{\partial p_i}\frac{\partial p_i}{\partial \beta_i} > 0\right)$. Der

Wirtschaftsprüfer wiederum verringert als Antwort auf die geringeren Manipulationsanreize des Managers seine Aufdeckungswahrscheinlichkeit q_i. Diese Verringerung erhöht wiederum die Fehlerwahrscheinlichkeit, da diese negativ von q_i abhängt $\left(\frac{\partial R_i}{\partial q_i}\frac{\partial q_i}{\partial \beta_i} > 0\right)$. Die beiden Effekte sind kombiniert stärker als der direkte Effekt einer Steigerung von β_i $\left(\frac{\partial R_i}{\partial \beta_i} < 0\right)$. Daher steigt die Fehlerwahrscheinlichkeit $\left(\frac{dR_i}{d\beta_i} > 0\right)$.

Für γ_i hingegen gilt

$$\frac{dR_i}{d\gamma_i} = \frac{\partial R_i}{\partial \gamma_i} + \frac{\partial R_i}{\partial p_i}\frac{\partial p_i}{\partial \gamma_i} + \frac{\partial R_i}{\partial q_i}\frac{\partial q_i}{\partial \gamma_i} = -p_i(1-\beta_i) * \frac{P_D}{(1-\gamma_i)(1-\beta_i)(P_D+F)} + (1-\beta_i)(1-q_i)(1-\gamma_i)\frac{-c}{a(1-\beta_i)^2\gamma_i D} - p_i(1-\beta_i)(1-\gamma_i) * \frac{-P_D}{(1-\gamma_i)^2(1-\beta_i)(P_D+F)} = -\frac{cP_D}{a\gamma_i{}^2 D(1-\beta_i)(F+P_D)} < 0.$$

Eine marginale Erhöhung von γ_i führt dazu, dass der Manager seine Manipulationswahrscheinlichkeit als Antwort auf die höheren Prüfungsanreize des Wirtschaftsprüfers verringert. Der Wirtschaftsprüfer wiederum verringert als Antwort auf die geringeren Manipulationsanreize des Managers seine Aufdeckungswahrscheinlichkeit. Der direkte Effekt einer Steigerung von γ_i $\left(\frac{\partial R_i}{\partial \gamma_i} < 0\right)$ und der indirekte Effekt der Verringerung der Manipulationswahrscheinlichkeit $\left(\frac{\partial R_i}{\partial p_i}\frac{\partial p_i}{\partial \gamma_i} < 0\right)$ sind kombiniert stärker als der indirekte Effekt der Verringerung der Prüfungsintensität $\left(\frac{\partial R_i}{\partial q_i}\frac{\partial q_i}{\partial \gamma_i} > 0\right)$. Daher sinkt die Fehlerwahrscheinlichkeit $\left(\frac{dR_i}{d\gamma_i} < 0\right)$.

Analog lässt sich an dieser Stelle v_i^{A1} bestimmen und die totalen Ableitung herleiten:

$$v_i^{A1} = -p_i(1-\beta_i)(1-q_i)\gamma_i D - \frac{c}{a}q_i = -\frac{c}{a}$$

Die totalen Ableitungen nach β_i und γ_i sind:

$$\frac{dv_i^{A1}}{d\beta_i} = \frac{\partial v_i^{A1}}{\partial \beta_i} + \frac{\partial v_i^{A1}}{\partial p_i}\frac{\partial p_i}{\partial \beta_i} + \frac{\partial v_i^{A1}}{\partial q_i}\frac{\partial q_i}{\partial \beta_i} = \frac{c}{a(1-\beta_i)\gamma_i D}\left(\frac{P_D}{(1-\gamma_i)(1-\beta_i)(P_D+F)}\right)\gamma_i D - (1-\beta_i)\frac{P_D}{(1-\gamma_i)(1-\beta_i)(P_D+F)}\gamma_i D * \frac{c}{a(1-\beta_i)^2\gamma_i D} + \left(\frac{c}{a(1-\beta_i)\gamma_i D} * (1-\beta_i)\gamma_i D - \frac{c}{a}\right) * \left(-\frac{P_D}{(1-\gamma_i)(1-\beta_i)^2(P_D+F)}\right) = 0$$

$$\frac{dv_i^{A1}}{d\gamma_i} = \frac{\partial v_i^{A1}}{\partial \gamma_i} + \frac{\partial v_i^{A1}}{\partial p_i}\frac{\partial p_i}{\partial \gamma_i} + \frac{\partial v_i^{A1}}{\partial q_i}\frac{\partial q_i}{\partial \gamma_i} = -\frac{c}{a(1-\beta_i)\gamma_i D}(1-\beta_i)\frac{P_D}{(1-\gamma_i)(1-\beta_i)(P_D+F)}D - (1-\beta_i)\frac{P_D}{(1-\gamma_i)(1-\beta_i)(P_D+F)}\gamma_i D * \frac{-c}{a(1-\beta_i)\gamma_i{}^2 D} + \left(\frac{c}{a(1-\beta_i)\gamma_i D}(1-\beta_i)\gamma_i D - \frac{c}{a}\right) * \frac{-P_D}{(1-\gamma_i)^2(1-\beta_i)(P_D+F)} = 0$$

Sowohl eine marginale Erhöhung von β_i als auch eine marginale Erhöhung von γ_i haben keine Auswirkungen auf den erwarteten Disnutzen des Wirtschaftsprüfers – die zu zahlende Prüfungsgebühr bleibt konstant:

Eine Erhöhung von β_i führt dazu, dass der Prüfer eventuell keine Prüfung mehr durchführen muss (bei der er versagen kann), daher bewegt sich der erwartete Disnutzen, welcher negativ ist, in Richtung null $\left(\frac{\partial v_i^{A1}}{\partial \beta_i} > 0\right)$, die Prüfungsgebühr verringert sich. Gleichzeitig verringert sich allerdings für den Wirtschaftsprüfer der Grenznutzen der Aufdeckungswahrscheinlichkeit, worauf der Manager mit einer Erhöhung seiner Manipulationswahrscheinlichkeit reagiert. Aufgrund der linearen Kostenfunktion gleichen sich die Effekte gegenseitig aus $\left(\frac{\partial v_i^{A1}}{\partial p_i}\frac{\partial p_i}{\partial \beta_i} = -\frac{\partial v_i^{A1}}{\partial \beta_i} < 0\right)$. Da im Gleichgewicht $\frac{\partial v_i^{A1}}{\partial q_i} = 0$ gelten muss, ist der indirekte Effekt über q_i gleich null.

Eine Erhöhung von γ_i führt dazu, dass der Prüfer wahrscheinlicher für ein Prüfungsversagen zur Rechenschaft gezogen wird, daher vergrößert der direkte Effekt den negativen erwarteten Disnutzen $\left(\frac{\partial v_i^{A1}}{\partial \gamma_i} < 0\right)$, er wirkt sich erhöhend auf die Prüfungsgebühr aus. Gleichzeitig erhöht sich allerdings für den Wirtschaftsprüfer der Grenznutzen der Aufdeckungswahrscheinlichkeit, worauf der Manager mit einer Verringerung seiner Manipulationswahrscheinlichkeit reagiert. Auch hier gleichen sich die Effekte aufgrund der linearen Kostenfunktion aus $\left(\frac{\partial v_i^{A1}}{\partial p_i}\frac{\partial p_i}{\partial \gamma_i} = -\frac{\partial v_i^{A1}}{\partial \gamma_i} > 0\right)$. Da im Gleichgewicht $\frac{\partial v_i^{A1}}{\partial q_i} = 0$ gelten muss, ist der indirekte Effekt über q_i gleich null. ■

Es zeigt sich, dass eine Erhöhung von β_i nicht unbedingt zu einer Abnahme der Manipulationswahrscheinlichkeit führt. Ein Anstieg von γ_i hingegen kann zu einer Verringerung der Manipulationswahrscheinlichkeit führen. Für eine Erhöhung von β_i oder γ_i wird ein Wirtschaftsprüfer seine Prüfungsanstrengungen zurückfahren. Ein Anstieg von β_i erhöht die Fehlerwahrscheinlichkeit, während ein Anstieg von γ_i sie verringert. Ein ausführlicher Vergleich findet in Abschnitt 3.3 statt.

3.1.2.2 Analyse bei logarithmischen Kostenfunktionen

Die bisherige Analyse mit einer linearen Aufdeckungsfunktion lässt vermuten, dass eine Vorprüfungsaufdeckung aus der Sicht des Eigentümers etwas Schlechtes darstellt. Eine Steigerung ihrer Wahrscheinlichkeit würde die Fehlerwahrscheinlichkeit erhöhen, wobei die Prüfungsgebühr gleichbleibt. Würde man diesen Gedanken weiterverfolgen, käme man wahrscheinlich zum Schluss, dass Unternehmenseigentümer vor der eigentlichen Wirtschaftsprüfung gar keine Aufdeckung fördern sollten. Erst nach der Prüfung sollten Aufdeckungsbemühungen in einem hohen Maße geschehen, da so Wirtschaftsprüfer die höchsten Anreize hätten, eine Manipulation herauszufinden. Nun soll gezeigt werden, dass bei streng konvexen Kostenfunktionen (bzw. bei streng konkaven Aufdeckungsfunktionen) eine Steigerung der Wahrscheinlichkeit der Vorprüfungsaufdeckung sich nicht unbedingt erhöhend auf die Manipulationswahrscheinlichkeit auswirken muss, das Ergebnis von 3.1 also nicht robust ist. Eine wahrscheinlichere Vorprüfungsaufdeckung könnte daher durchaus erstrebenswert für den Eigentümer sein, selbst wenn der Manager im Endeffekt nicht wenig manipuliert. Um dies zu zeigen, wird eine logarithmische Kostenfunktion verwendet.

Proposition 2: Ist die Kostenfunktion logarithmisch und Randlösungen ausgeschlossen,

a.) führt eine marginale Erhöhung von β_i zu einer Verringerung des erwarteten Disnutzens des Prüfers, während die Fehlerwahrscheinlichkeit gleichbleibt.

b.) führt eine marginale Erhöhung von γ_i zu einer Verringerung des erwarteten Disnutzens des Prüfers und der Fehlerwahrscheinlichkeit.

Beweis:

Das gleichgewichtige q_i lässt sich direkt aus dem Beweis von Proposition 1 übernehmen, da sich der erwartete Nutzen des Managers im Vergleich zum Fall mit der linearen Kostenfunktion nicht unterscheidet.

$$q_i = 1 - \frac{P_D}{(1-\gamma_i)(1-\beta_i)(P_D+F)}$$

Die Ableitungen von q_i nach β_i und nach γ_i sind daher:

$$\Rightarrow \frac{\partial q_i}{\partial \beta_i} = -\frac{P_D}{(1-\gamma_i)(1-\beta_i)^2(P_D+F)} < 0 \text{ und } \frac{\partial q_i}{\partial \gamma_i} = -\frac{P_D}{(1-\gamma_i)^2(1-\beta_i)(P_D+F)} < 0$$

Manager und Wirtschaftsprüfer reagieren jeweils auf eine Verringerung (Erhöhung) der Anreize des jeweils anderen, indem sie ihre gleichgewichtigen Wahrscheinlichkeiten erhöhen (verringern). Im Gegensatz zu einer linearen Kostenfunktion hat nun das Niveau von q_i über $C(q_i)$ einen Einfluss auf die Prüfungsanreize des Wirtschaftsprüfers – nicht nur der Grenznutzen wird durch beeinflusst, sondern auch die Grenzkosten der Aufdeckungswahrscheinlichkeit:

$$\frac{\partial v_i^{A2}}{\partial q_i} = p_i(1-\beta_i)\gamma_i D - \frac{c}{b} * \frac{1}{(1-q_i)}$$

Aufgrund der streng konvexen Form der Kostenfunktion führt eine Verringerung von q_i zu geringeren Grenzkosten - die Prüfungsanreize des Wirtschaftsprüfers werden im Vergleich zu einer linearen Kostenfunktion verstärkt. Dieser Umstand wird vom Manager bei der Wahl des gleichgewichtigen p_i berücksichtigt. Wegen der Besonderheit einer negativ-exponentiellen Aufdeckungsfunktion und damit einer logarithmischen Kostenfunktion führt eine Erhöhung β_i zu einer gleichmäßigen Verringerung des

Grenznutzens und der Grenzkosten von q_i, wohingegen eine Steigerung von γ_i den Grenznutzen von q_i erhöht und die Grenzkosten senkt (das gleichgewichtige q_i sinkt für eine Verringerung von γ_i und führt daher zu geringeren Grenzkosten).

$$\frac{\partial v_i^{A2}}{\partial q_i}\bigg| q_i = 1 - \frac{P_D}{(1-\beta_i)(1-\gamma_i)(F+P_D)} = p_i(1-\beta_i)\gamma_i D - \frac{c}{b} * \frac{(1-\gamma_i)(1-\beta_i)(P_D+F)}{P_D}$$

Der Manager macht durch die Wahl von p_i den Wirtschaftsprüfer indifferent:

$$\frac{\partial v_i^{A2}}{\partial q_i}\bigg| q_i = 1 - \frac{P_D}{(1-\beta_i)(1-\gamma_i)(F+P_D)} = 0 \Rightarrow\ p_i = \frac{c}{b\gamma_i D}\frac{(1-\gamma_i)(F+P_D)}{P_D}$$

Wegen des gleichmäßigen Einflusses von β_i auf den Grenznutzen und die Grenzkosten hat eine Steigerung von β_i keinen Einfluss auf das gleichgewichtige p_i:

$$\Rightarrow \frac{\partial p_i}{\partial \beta_i}\bigg| q_i = 1 - \frac{P_D}{(1-\beta_i)(1-\gamma_i)(F+P_D)} = 0$$

Hingegen führt eine Steigerung von γ_i zu einer Senkung von p_i, da der Grenznutzen von q_i steigt und die Grenzkosten von q_i sinken, worauf der Manager entsprechend reagiert.

$$\Rightarrow \frac{\partial p_i}{\partial \gamma_i}\bigg| q_i = 1 - \frac{P_D}{(1-\beta_i)(1-\gamma_i)(F+P_D)} = -\frac{c(1-\gamma_i)(F+P_D)}{b{\gamma_i}^2 D P_D} - \frac{c(F+P_D)}{b\gamma_i D P_D} = -\frac{c(F+P_D)}{b{\gamma_i}^2 D P_D} < 0$$

Die Fehlerwahrscheinlichkeit ist:

$$R_i = p_i(1-\beta_i)(1-q_i)(1-\gamma_i) = \frac{c}{b\gamma_i D}\frac{(1-\gamma_i)(F+P_D)}{P_D} * (1-\beta_i) * \frac{P_D}{(1-\gamma_i)(1-\beta_i)(P_D+F)} * (1-\gamma_i) = \frac{c*(1-\gamma_i)}{b\gamma_i D}$$

Durch Einsetzen in die totale Ableitung nach β_i erhält man

$$\frac{dR_i}{d\beta_i} = \frac{\partial R_i}{\partial \beta_i} + \frac{\partial R_i}{\partial p_i}\frac{\partial p_i}{\partial \beta_i} + \frac{\partial R_i}{\partial q_i}\frac{\partial q_i}{\partial \beta_i}$$

$$= -\,p_i(1-q_i)(1-\gamma_i) + 0 - p_i(1-\beta_i)(1-\gamma_i) * \frac{-P_D}{(1-\gamma_i)(1-\beta_i)^2(P_D+F)}$$

$$= -\,p_i\frac{P_D}{(1-\gamma_i)(1-\beta_i)(P_D+F)}(1-\gamma_i) + p_i(1-\beta_i)(1-\gamma_i) * \frac{P_D}{(1-\gamma_i)(1-\beta_i)^2(P_D+F)} = 0$$

Der direkte Effekt einer marginalen Steigerung von β_i, die Abnahme der Fehlerwahrscheinlichkeit $\left(\frac{\partial R_i}{\partial \beta_i} < 0\right)$, wird kompensiert, weil der Wirtschaftsprüfer als Antwort auf die verringerten Anreize des Managers seine Aufdeckungswahrscheinlichkeit senkt $\left(\frac{\partial R_i}{\partial q_i}\frac{\partial q_i}{\partial \beta_i} = -\frac{\partial R_i}{\partial \beta_i} > 0\right)$. Es gilt $\frac{\partial p_i}{\partial \beta_i} = 0$ (und damit

$\frac{\partial R_i}{\partial p_i}\frac{\partial p_i}{\partial \beta_i} = 0$), weil eine marginale Erhöhung von β_i einen gleichmäßig verringernden Einfluss auf den Grenznutzen und die Grenzkosten des Wirtschaftsprüfers hat. Eine Änderung von β_i hat daher keine Auswirkung auf die Fehlerwahrscheinlichkeit $\left(\frac{dR_i}{d\beta_i} = 0\right)$.

Die totale Ableitung nach γ_i ist

$$\frac{dR_i}{d\gamma_i} = \frac{\partial R_i}{\partial \gamma_i} + \frac{\partial R_i}{\partial p_i}\frac{\partial p_i}{\partial \gamma_i} + \frac{\partial R_i}{\partial q_i}\frac{\partial q_i}{\partial \gamma_i}$$

$$= -p_i(1-\beta_i)\frac{P_D}{(1-\gamma_i)(1-\beta_i)(P_D+F)} + (1-\beta_i)(1-q_i)(1-\gamma_i) * \left(-\frac{c(F+P_D)}{b{\gamma_i}^2 D P_D}\right)$$

$$-p_i(1-\beta_i)(1-\gamma_i) * \frac{-P_D}{(1-\gamma_i)^2(1-\beta_i)(P_D+F)} = -\frac{c}{b{\gamma_i}^2 D} < 0$$

Der direkte Effekt einer marginalen Steigerung von γ_i, die Abnahme der Fehlerwahrscheinlichkeit $\left(\frac{\partial R_i}{\partial \gamma_i} < 0\right)$, wird kompensiert, weil der Wirtschaftsprüfer als Antwort auf die verringerten Anreize des Managers seine Aufdeckungswahrscheinlichkeit senkt $\left(\frac{\partial R_i}{\partial q_i}\frac{\partial q_i}{\partial \gamma_i} = -\frac{\partial R_i}{\partial \gamma_i} > 0\right)$. Der zweite Term $\left(\frac{\partial R_i}{\partial p_i}\frac{\partial p_i}{\partial \gamma_i} < 0\right)$ ist negativ, da der Manager als Antwort auf die höheren Prüfungsanreize des Wirtschaftsprüfers seine Manipulationswahrscheinlichkeit verringert. Daher nimmt die Fehlerwahrscheinlichkeit ab $\left(\frac{dR_i}{d\gamma_i} < 0\right)$.

Analog zu den Einflüssen auf die Fehlerwahrscheinlichkeit lässt sich an dieser Stelle nun auch der Einfluss auf den erwarteten Disnutzen des Prüfers (und damit auch auf die Prüfungsgebühr) zeigen.

Durch Einsetzen erhält man

$$v_i^{A2} = -p_i(1-\beta_i)(1-q_i)\gamma_i D - \frac{c}{b} ln\left(\frac{1}{1-q_i}\right) = -\frac{c}{b} - \frac{c}{b} ln\left(\frac{(1-\beta_i)(1-\gamma_i)(F+P_D)}{P_D}\right)$$

Die Annahme $\beta_i + \gamma_i - \beta_i\gamma_i < \frac{F}{F+P_D}$ (keine Randlösung) lässt sich umformen zu $\frac{(1-\beta_i)(1-\gamma_i)(F+P_D)}{P_D} > 1$, woraus folgt, dass $ln\left(\frac{(1-\beta_i)(1-\gamma_i)(F+P_D)}{P_D}\right)$ nicht-negativ ist.

Die totale Ableitung nach β_i ist

$$\frac{dv_i^{A2}}{d\beta_i} = \frac{\partial v_i^{A2}}{\partial \beta_i} + \frac{\partial v_i^{A2}}{\partial p_i}\frac{\partial p_i}{\partial \beta_i} + \frac{\partial v_i^{A2}}{\partial q_i}\frac{\partial q_i}{\partial \beta_i} = p_i(1-q_i)\gamma_i D + 0 + \left(p_i(1-\beta_i)\gamma_i D - \frac{c}{b}\frac{1}{1-q_i}\right) *$$
$$\frac{-P_D}{(1-\gamma_i)(1-\beta_i)^2(P_D+F)} = \frac{c}{b(1-\beta_i)} > 0$$

Der direkte Effekt ist positiv $\left(\frac{\partial v_i^{A2}}{\partial \beta_i} > 0\right)$, der erwartete Disnutzen verkleinert sich, weil der Wirtschaftsprüfer mit einer geringeren Wahrscheinlichkeit prüfen muss (und dabei versagen könnte). Da $\frac{\partial p_i}{\partial \beta_i} = 0$ gilt, entfällt der indirekte Effekt über p_i $\left(\frac{\partial v_i^{A2}}{\partial p_i}\frac{\partial p_i}{\partial \beta_i} = 0\right)$. Auch der indirekte Effekt über q_i entfällt: Es gilt $\frac{\partial v_i^{A2}}{\partial q_i} = 0$ (und damit $\frac{\partial v_i^{A2}}{\partial q_i}\frac{\partial q_i}{\partial \beta_i} = 0$), da der Wirtschaftsprüfer im Gleichgewicht indifferent bezüglich seiner Wahl von q_i ist. Daher sinkt der Disnutzen und damit die zu zahlende Prüfungsgebühr $\left(\frac{dv_i^{A2}}{d\beta_i} > 0\right)$.

Die totale Ableitung nach γ_i ist

$$\frac{dv_i^{A2}}{d\gamma_i} = \frac{\partial v_i^{A2}}{\partial \gamma_i} + \frac{\partial v_i^{A2}}{\partial p_i}\frac{\partial p_i}{\partial \gamma_i} + \frac{\partial v_i^{A2}}{\partial q_i}\frac{\partial q_i}{\partial \gamma_i} = -p_i(1-\beta_i)(1-q_i)D - (1-\beta_i)(1-q_i)\gamma_i D * \left(-\frac{c(F+P_D)}{b\gamma_i{}^2 DP_D}\right) + \left(p_i(1-\beta_i)\gamma_i D - \frac{c}{b}\frac{1}{1-q_i}\right) * \frac{-P_D}{(1-\gamma_i)^2(1-\beta_i)(P_D+F)} = -\frac{c}{b\gamma_i} + \frac{c}{b(1-\gamma_i)}\left(1+\frac{(1-\gamma_i)}{\gamma_i}\right) + 0 = \frac{c}{b(1-\gamma_i)} > 0$$

Der direkte Effekt ist negativ $\left(\frac{\partial v_i^{A2}}{\partial \gamma_i} < 0\right)$, die (bedingte) erwartete Bestrafung steigt. Dieser Effekt wird allerdings durch den zweiten Term überkompensiert $\left(\frac{\partial v_i^{A2}}{\partial p_i}\frac{\partial p_i}{\partial \gamma_i} > 0\right)$, der Manager wird weniger manipulieren wollen, sowohl wegen des höheren Grenznutzens als auch der geringeren Grenzkosten der Aufdeckungswahrscheinlichkeit. Es gilt $\frac{\partial v_i^{A2}}{\partial q_i} = 0$ (und damit $\frac{\partial v_i^{A2}}{\partial q_i}\frac{\partial q_i}{\partial \gamma_i} = 0$), da der Wirtschaftsprüfer im Gleichgewicht indifferent bezüglich seiner Wahl von q_i ist. Daher sinkt die Prüfungsgebühr $\left(\frac{dv_i^{A2}}{d\gamma_i} > 0\right)$.

■

Im letzten Abschnitt hatte bei einer linearen Kostenfunktion ein Anstieg von β_i (γ_i) einen negativen Effekt (positiven Effekt) auf den Grenznutzen des Wirtschaftsprüfers, weshalb ein Manager seine Manipulationswahrscheinlichkeit erhöht (verringert). Die Modifikation der Kostenfunktion hat nun einen zusätzlichen Effekt. Der Wirtschaftsprüfer wird bei einem Anstieg von β_i oder γ_i seine Aufdeckungsbemühungen verringern. Wegen der logarithmischen Kostenfunktionen verringern sich deshalb zusätzlich die Grenzkosten des Wirtschaftsprüfers. Bei einem Anstieg von β_i entspricht die Abnahme des Grenznutzens der Abnahme der Grenzkosten. Daher wird der Manager seine Manipulationswahrscheinlichkeit nicht verändern. Die Fehlerwahrscheinlichkeit ändert sich zwar nicht, aber dafür verringert sich der erwartete Disnutzen des Wirtschaftsprüfers. Ein Anstieg von γ_i führt sowohl zu einer Verringerung der Fehlerwahrscheinlichkeit als auch des erwarteten Disnutzens.

3.2 Nachgelagerte Festlegung der Prüfungsintensität

Im vorherigen Abschnitt wurde ein Szenario betrachtet, in dem ein Wirtschaftsprüfer nicht in der Lage war, seine Prüfungsintensität kurzfristig vor der Prüfung zu ändern. Als Grund wurden hohe Änderungskosten genannt. Dem könnte man entgegenhalten, dass insbesondere größere Wirtschaftsprüferunternehmen eventuell flexibler ihre Personalkapazität gestalten könnten, so dass eine schnelle Anpassung der Prüfungsintensität auch kurz vor der eigentlichen Prüfung möglich ist. Daher soll nun ein alternatives Szenario vorgestellt werden, in dem es einem Wirtschaftsprüfer möglich ist, zeitlich nach einer etwaigen Whistleblowingmeldung zu handeln.

3.2.1 Annahmen

Der genaue Ablauf ist in Abbildung 4 dargestellt. In t=1 schließt der Eigentümer mit dem Wirtschaftsprüfer einen Vertrag, und bezahlt ihm eine Prüfungsgebühr. Ansonsten gibt es keine nachträglichen Zahlungsflüsse zwischen Eigentümer und Wirtschaftsprüfer, und der Wirtschaftsprüfer kann sich auch nicht nachträglich aus dem Vertrag zurückziehen. Das Besondere an dieser Modellstuktur ist nun, dass dem Wirtschaftsprüfer in t=4 bei der Wahl seiner Aufdeckungswahrscheinlichkeit zusätzlich noch eine Information über eine etwaige Vorprüfungsaufdeckung zur Verfügung steht. Die Variable $M = \{M_y, M_n\}$ gibt an, ob der Manager manipuliert hat. M_y (M_n) zeigt dabei an, dass eine (keine) Manipulation vorliegt. Im Folgenden drückt die Variable $A_j \in \{A_y, A_n\}$ aus, ob eine Manipulation vor der Prüfung aufgedeckt worden ist. Der Einfluss der Information („Aufdeckung" (A_y) und „keine Aufdeckung" (A_n)) kann in Abbildung 5 genauer betrachtet werden. In diesem Spiel bestimmt die Natur, ob der Zug des Managers beobachtbar wird. Wenn eine Aufdeckung erfolgt ist, weiß der Wirtschaftsprüfer, dass er sich im obersten Zweig befindet, der Manager also manipuliert hat. Wenn hingegen „keine Aufdeckung" erschienen ist, dann weiß er nicht, ob der Manager manipuliert hat, und dies nicht aufgedeckt wurde, oder ob der Manager nicht manipuliert hat. Daher gibt es an dieser Stelle eine zweielementige Informationsmenge.

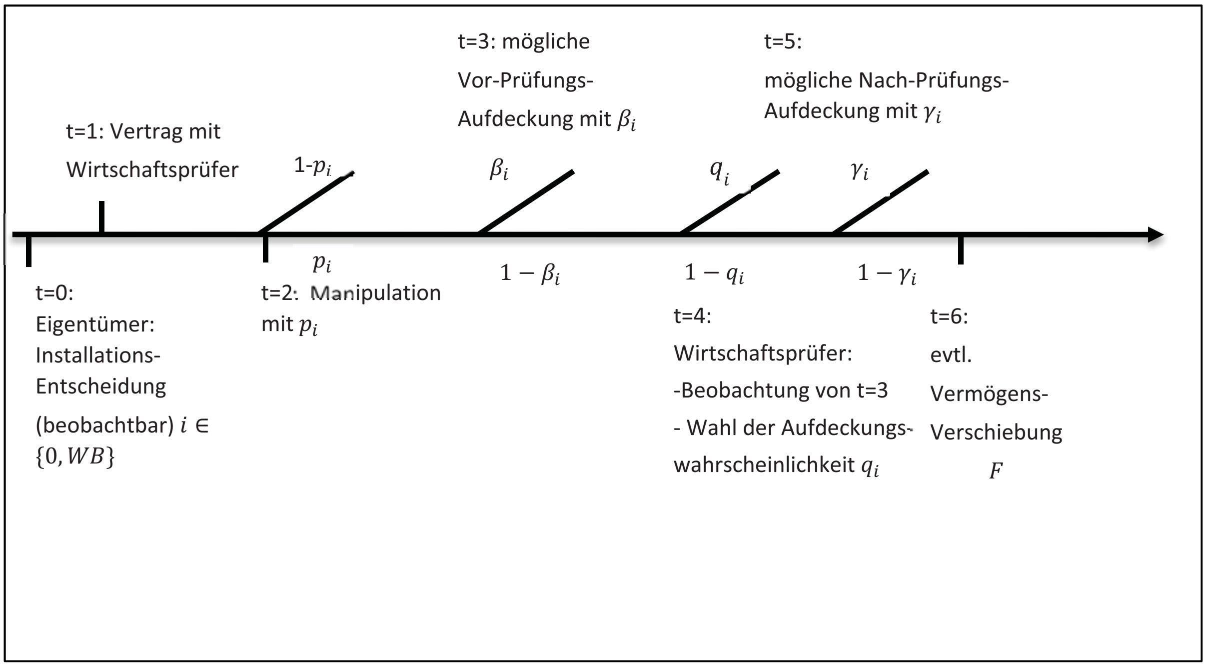

Abbildung 3: Nachgelagerte Festlegung der Aufdeckungsbemühungen – Zeitstrahl

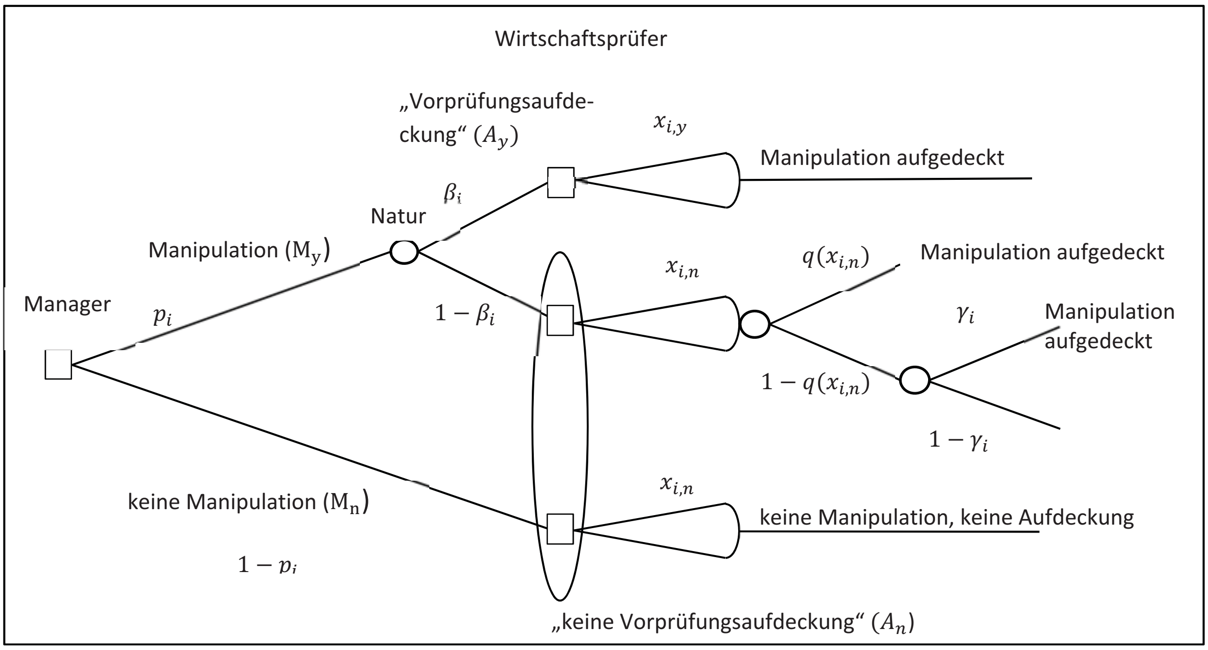

Abbildung 4: Nachträgliche Festlegung der Aufdeckungsbemühung - Spielbaum des Teilspiels i

Eine ähnliche Struktur lässt sich bei Newman/Noel (1989) finden. In ihrem Modell bestimmt ein Auditee die Wahrscheinlichkeit, mit der er materielle Fehler in seinen Bericht einbaut. Der Prüfer erhält ein normalverteiltes Signal, dessen Erwartungswert durch eine Manipulation vergrößert wird. Auf Grundlage des Signals aktualisiert der Prüfer seine Erwartungen über eine mögliche Manipulation, danach entscheidet er, ob er den Bericht annimmt oder ablehnt. Bei Smith et al. (2000) kann der Prüfer vor der Einzelfallprüfung eine Systemprüfung durchführen, und so eventuell feststellen, ob das interne Kontrollsystem schwach ist. Wenn ein internes Kontrollsystem stark ist, dann hat der Manager zusätzliche Manipulationskosten, wenn es schwach ist, dann hat er keine zusätzlichen Manipulationskosten. Gegeben die Information „schwach“ oder „keine Information“ über die Stärke des Systems schätzt der Prüfer, mit welcher Wahrscheinlichkeit manipuliert worden ist, und wählt danach seine Prüfungsintensität für eine Einzelfallprüfung. Während allerdings in dem hier behandelten Modell und Newman/Noel (1989) die Manipulationsentscheidung ein Signal beeinflusst, wird bei Smith et al. (2000) die Stärke des Systems voher von der Natur festgelegt. Das hier behandelte Modell unterscheidet sich von Newman/Noel (1989) dahingehend, dass der Wirtschaftsprüfer eventuell ein eindeutiges Signal darüber erhält, ob eine Manipulation vorliegt, nämlich dann, wenn sie vor der eigentlichen Prüfung aufgedeckt wird – er weiß, in welchem Knoten des Spielbaums er sich befindet (oberster Knoten in Abbildung 5) und, dass die Wahrscheinlichkeit eines Prüfungsversagens auch ohne eigenen Prüfungseinsatz gleich null ist. Wenn dagegen keine Aufdeckung vor der Prüfung erfolgt ist, bestehen aus seiner Sicht zwei Möglichkeiten: Der Manager hat nicht manipuliert, oder aber der Manager hat manipuliert, wobei diese Manipulation nicht vor der Prüfung aufgedeckt worden ist (die beiden Knoten in der Informationsmenge in Abbildung 5). Dem gegenüber weiß der Manager, dass wenn er eine Manipulation durchführt, diese mit der Wahrscheinlichkeit β_i vor der eigentlichen Prüfung aufgedeckt wird, die Aufdeckungswahrscheinlichkeit des Wirtschaftsprüfers kann er nicht beobachten. Bei Newman/Noel (1989) gibt es keine Vorprüfungsaufdeckung, nur der Wirtschaftsprüfer wird aufgrund der Stichprobe seine Erwartungen aktualisieren und dann eine Annahme- oder Ablehnungsentscheidung treffen.

Es gibt auch Ähnlichkeiten zu Arbeiten aus dem Law-and-Economics-Bereich. Kirstein (2005) untersucht ein abgewandeltes Kontrollspiel mit einem Verdächtigen und einem Richter. Der Verdächtige kann eine Straftat begehen, der Richter erhält ein kostenloses, imperfektes Signal mit den Ausprägungen gut und schlecht, aufgrund dessen er mit Hilfe des Satzes von Bayes seine Erwartungen über ein mögliches Verbrechen aktualisiert, und danach ein Urteil verkündet. Kirstein (2014) wendet später das Modell an auf ein Spiel zwischen einem Athleten, der dopen kann, und einem Kontrolleur, welcher ein imperfektes Signal über ein mögliches Doping erhält. Im Vergleich zum hier vorgestellten Kontrollspiel sind wegen der Auszahlungsstruktur auch Gleichgewichte möglich, in ein Verdächtiger immer eine Straftat begeht und der Richter ihn immer verurteilen wird.

Zielfunktionen

Die Variablenbezeichnungen entsprechen zum größten Teil denen aus dem vorherigen Modell. An dieser Stelle sollen nun zusätzliche Variablen eingeführt und die Zielfunktionen der Akteure untersucht werden. Da teilweise eine Unbeobachtbarkeit der Handlungen der Spieler gibt (der Manager beobachtet nicht die Handlung des Wirtschaftsprüfers; der Wirtschaftsprüfer kann im Fall „keine Aufdeckung" den Manager nicht beobachten) handelt es sich bei den beiden Teilspielen für $i \in \{0, WB\}$ um Spiele mit imperfekter Information. Es wird ein Gleichgewicht bester Antworten hergeleitet, wobei der Wirtschaftsprüfer seine Erwartungen bezüglich einer Manipulation auf Grundlage von Ausprägungen eines Signals $A_j \in \{A_y, A_n\}$ mit Hilfe des Satzes von Bayes aktualisiert. Sequentielle Rationalität wird unterstellt - gegeben seine Erwartung soll jeder Spieler bei seinem Zug die für ihn optimale Strategie wählen. Das resultierende Gleichgewicht ist ein perfektes bayesianisches Gleichgewicht.

Die Zielfunktion des Managers entspricht der Zielfunktion Model A, wobei nun der Wirtschaftsprüfer seine bedingte Aufdeckungswahrscheinlichkeit $q_i|A$ zu einem späteren Zeitpunkt – nach einer (Vorprüfungs-)Aufdeckung $(q_i|A_y)$ oder keiner (Vorprüfungs-)Aufdeckung $(q_i|A_n)$ festlegt. Zur besseren Übersichtlichkeit wird für die Bezeichnung der Aufdeckungswahrscheinlichkeit gegeben keine Aufdeckung „$q_{i,n}$" verwendet ($q_{i,n} = q_i|A_n$), während für die Aufdeckungswahrscheinlichkeit gegeben eine Vorprüfungsaufdeckung $q_{i,y} = q_i|A_y$ genutzt werden soll.[17]

$u_i^M \ = p_i\big[\beta_i(-P_D) + (1-\beta_i)q_{i,n}(-P_D) + (1-\beta_i)\big(1-q_{i,n}\big)(\gamma_i(-P_D) + (1-\gamma_i)F\ )\big]$, wobei $\gamma_i(-P_D) + (1-\gamma_i)F > 0$ gelten muss.

Die Zielfunktion des Wirtschaftsprüfers verändert sich hingegen im Vergleich zum vorherigen Modell. Der Wirtschaftsprüfer muss in t=4 A-priori-Erwartungen über das Verhalten des Managers bilden ($\hat{p}_i$ und $1-\hat{p}_i$), und gegeben dem Ereignis „Aufdeckung" oder „keine Aufdeckung" seine Erwartungen aktualisieren. Seine Zielfunktion ist daher $v_{i,y}^A = v_i^A|A_y$ oder $v_{i,n}^A = v_i^A|A_n$. Auf Grundlage dieser A-posteriori-Erwartungen trifft er dann seine Entscheidung über seine Aufdeckungswahrscheinlichkeit q_i. Im Gleichgewicht ist die Erwartungen des Wirtschaftsprüfers über p_i konsistent mit dem vom Manager gewählten p_i - es gilt $\hat{p}_i = p_i$.

[17] Nachfolgend zeigt sich, dass nur die Aufdeckungswahrscheinlichkeit gegeben keiner Aufdeckung $(q_i|A_n)$ größer als null sein kann, während die Aufdeckungswahrscheinlichkeit gegeben eine Aufdeckung $\left(q_i|A_y\right)$ den Wert null annimmt.

Gegeben die Manipulation wurde vor der eigentlichen Prüfung aufgedeckt, weiß der Wirtschaftsprüfer, dass manipuliert worden ist, und dass er keine Bestrafung aufgrund eines Prüfungsversagens erleiden wird, der Bestrafungsterm fällt weg. Daher gilt $v_{i,y}^{A} = -C(q_{i,y})$.

Gegeben keine Manipulation wurde aufgedeckt, weiß der Wirtschaftsprüfer nicht, ob eine Manipulation stattgefunden hat und nicht gemeldet wurde, oder ob keine Manipulation stattgefunden hat. Er aktualisiert seine Erwartungen über eine Manipulation, mit dem Wissen, dass er sich nicht im Aufdeckungsfall befindet. Seine Zielfunktion sieht daher wie folgt aus:

$$v_{i,n}^{A} = W(M_y|A_n) * (1 - q_{i,n})\gamma_i(-D) - C(q_{i,n})$$

$$= \underbrace{\frac{\hat{p}_i(1-\beta_i)}{1-\beta_i\hat{p}_i}(1 - q_{i,n})\gamma_i(-D)}_{Bestrafungsterm} \quad \underbrace{- C(q_{i,n})}_{Kostenterm}$$

Im Bestrafungsterm wird das Aktualisieren der eigenen Erwartungen mit dem Satz von Bayes dargestellt. Der Nenner ist die Wahrscheinlichkeit für „keine Aufdeckung“ (A_n) gegeben die Erwartungen des Wirtschaftsprüfers über p_i: $W(A_n) = \hat{p}_i(1 - \beta_i) + (1 - \hat{p}_i) = 1 - \beta_i\hat{p}_i$

Für lineare Kostenfunktionen gilt:

$$v_{i,n}^{A1} = \frac{\hat{p}_i(1-\beta_i)}{\hat{p}_i(1-\beta_i)+(1-\hat{p}_i)}(1 - q_{i,n})\gamma_i(-D) - \frac{c}{a} * q_{i,n} = -\frac{\hat{p}_i(1-\beta_i)}{1-\beta_i\hat{p}_i}(1 - q_i)\gamma_i D - \frac{c}{a} * q_{i,n}$$

Für logarithmische Kostenfunktionen gilt:

$$v_{i,n}^{A2} = \frac{\hat{p}_i(1-\beta_i)}{\hat{p}_i(1-\beta_i)+(1-\hat{p}_i)}(1 - q_{i,n})\gamma_i(-D) - \frac{c}{b} ln\left(\frac{1}{1-q_{i,n}}\right)$$

$$= -\frac{\hat{p}_i(1-\beta_i)}{1-\beta_i\hat{p}_i}(1 - q_{i,n})\gamma_i D - \frac{c}{b} ln\left(\frac{1}{1-q_{i,n}}\right)$$

Im Vergleich zum Modell mit simultanem Handeln gibt es nun zwei unterschiedliche erwartete Disnutzen aus denen sich die Prüfungsgebühr ergibt: Für den Fall einer Vorabaufdeckung einer Manipulation (A_n) beträgt der erwartete Disnutzen des Wirtschaftsprüfers in t=4 null. Wenn allerdings keine Aufdeckung erfolgt ist, dann hat der Wirtschaftsprüfer einen bedingten erwarteten Disnutzen in Höhe von $v_{i,n}^{A}$. Der Wirtschaftsprüfer wird in t=1 den Vertrag annehmen, wenn der Eigentümer ihm eine Fixzahlung verspricht, welche dem Erwartungswert der erwarteten Disnutzen entspricht. Zum Installationszeitpunkt t=0 gilt daher:

bei einer Kanalinstallation $K_{WB} = R_{WB}F + CI - (p_{WB} * (1 - \beta_{WB}) + (1 - p_{WB})) * v_{WB,n}^{A}$ und

bei einer Nichtinstallation: $K_0 = R_0F - (p_0 * (1 - \beta_0) + (1 - p_0)) * v_{0,n}^{A}$

3.2.2 Ergebnisse

Da sich die Zielfunktionen des Managers bis auf die Aufdeckungswahrscheinlichkeit q_i, welche zu unterschiedlichen Zeitpunkten festgelegt wird, ähneln, lässt sich Lemma 1 vom simultanen Modell analog übertragen: C. p. führt für den Manager sowohl eine Erhöhung von β_i als auch eine von γ_i zu einer Verringerung des (erwarteten) Grenznutzens von p_i.

Gegeben eine Manipulation wird vor der eigentlichen Prüfung aufgedeckt gilt: $v_{i,y}^A = -C(q_{i,y})$. Der Wirtschaftsprüfer wird daher für $c > 0$ ein $q_{i,y} = 0$ wählen.

Für den Fall, dass keine Manipulation aufgedeckt worden ist, soll nun an dieser Stelle Lemma 3 formuliert werden.

Lemma 3: C. p. führt für einen Wirtschaftsprüfer, der die Information „keine Aufdeckung“ (A_n) hat,

a.) eine Erhöhung von β_i zu einer Verringerung des Grenznutzens von $q_{i,n}$.

b.) eine Erhöhung von γ_i zu einer Erhöhung des Grenznutzens von $q_{i,n}$.

Beweis:

$$v_{i,n}^A = W\left(M_y \middle| A_n\right) * \left(1 - q_{i,n}\right)\gamma_i(-D) - C(q_{i,n})$$

$$= -\frac{\hat{p}_i(1-\beta_i)}{\hat{p}_i(1-\beta_i)+(1-\hat{p}_i)}\left(1 - q_{i,n}\right)\gamma_i D - C(q_{i,n}) = -\frac{\hat{p}_i(1-\beta_i)}{1-\beta_i\hat{p}_i}\left(1 - q_{i,n}\right)\gamma_i D - C(q_{i,n})$$

$$\frac{\partial(.)}{\partial q_{i,n}} = \frac{\hat{p}_i(1-\beta_i)}{1-\beta_i\hat{p}_i}\gamma_i D - C'(q_i)$$

$$\frac{\partial(.)}{\partial q_{i,n}\,\partial\beta_i} = \frac{-\hat{p}_i(1-\hat{p}_i)}{(1-\beta_i\hat{p}_i)^2}\gamma_i D < 0$$

$$\frac{\partial(.)}{\partial q_{i,n}\,\partial\gamma_i} = \frac{\hat{p}_i(1-\beta_i)}{1-\beta_i\hat{p}_i} D > 0 \qquad \blacksquare$$

An dieser Stelle lässt sich erkennen, dass eine Erhöhung von γ_i ähnliche Effekte wie im Modell mit simultanem Handeln hat, da die bedingte erwartete Bestrafung des Wirtschaftsprüfers steigt.

Nun soll der Effekt von β_i genauer betrachtet werden: Die Wahrscheinlichkeit für eine Manipulation (M_y) gegeben keine Aufdeckung und den Erwartungen über p_i ist $W\left(M_y \middle| A_n\right) = \frac{\hat{p}_i(1-\beta_i)}{\hat{p}_i(1-\beta_i)+(1-\hat{p}_i)} = \frac{\hat{p}_i(1-\beta_i)}{1-\beta_i\hat{p}_i}$. Eine Erhöhung von β_i führt c. p. zu einer Verringerung des Terms $\hat{p}_i(1-\beta_i)$. Je höher β_i wird, desto geringer ist gegeben keine Aufdeckung die Wahrscheinlichkeit (bzw. Erwartung), dass manipuliert worden ist $\left(\frac{\partial w(M_y|A_n)}{\partial \beta_i} < 0\right)$ – der Grenznutzen der Aufdeckungswahrscheinlichkeit sinkt. Für hohe β_i wird der Wirtschaftsprüfer aus der Information „keine Aufdeckung" schließen, dass eher keine Manipulation begangen worden ist. Bezogen auf Abbildung 5 führt c. p. eine Erhöhung von β_i zu einer Stärkung des obersten Asts (Manipulation und Aufdeckung), während sich der Einfluss des mittleren Asts (Manipulation und keine Aufdeckung) verringert, wobei die Stärke des dritten Asts gleichbleibt. Daher sollten Lemma 2 a.) und Lemma 3 a.), obwohl sie im Wortlaut große Ähnlichkeiten aufweisen, dennoch unterschiedlich interpretiert werden:

- Im Modell mit simultanem Handeln verringert sich der Grenznutzen des Wirtschaftsprüfers, weil er damit rechnet, dass eine Manipulation mit einer erhöhten Wahrscheinlichkeit vor seiner Prüfung aufgedeckt wird, weshalb er keine Prüfung mehr durchführen muss bei der er versagen kann.
- Dagegen verringert sich im jetzigen Model der Grenznutzen der Aufdeckungswahrscheinlichkeit für den Wirtschaftsprüfer gegeben keine Aufdeckung, weil diese Information in Kombination mit einem höheren β_i stärker darauf hinweist, dass eher keine Manipulation stattgefunden hat.

Würde an dieser Stelle eine entscheidungstheoretische Modellierung analysiert mit einem Wirtschaftsprüfer als alleinigen Spieler, so würde er bei einer Steigerung von β_i (γ_i) c. p. gegeben dem Ereignis „keine Aufdeckung" weniger (mehr) prüfen wollen.

Analog zum Modell mit simultanem Handeln müssen an dieser Stelle zusätzliche Annahmen getroffen werden, um Randlösungen auszuschließen. Die Nebenbedingung $\beta_i + \gamma_i - \beta_i\gamma_i < \frac{F}{F+P_D}$ stellt sicher, dass der Manager keine Manipulationswahrscheinlichkeit in Höhe von null wählt. Um bei linearen Kosten auszuschließen, dass der Wirtschaftsprüfer sich immer dafür entscheiden sollte, nicht zu kontrollieren, sei an dieser Stelle angenommen, dass die bedingten erwarteten Bestrafungskosten gegeben keine Aufdeckung eine gewisse Schwelle überschreiten, $\gamma_i D > \frac{c}{a}$.

Nun sollen für die unterschiedlichen Kostenfunktionen jeweils die Auswirkung einer Steigerung von β_i und γ_i auf die Fehlerwahrscheinlichkeit und den erwarteten Disnutzen des Wirtschaftsprüfers für den Fall „keine Aufdeckung" dargestellt werden.

3.2.2.1 Analyse bei linearen Kostenfunktionen

Proposition 3: Gegeben eine lineare Kostenfunktion

a.) führt eine Erhöhung von β_i zu einer Erhöhung der Fehlerwahrscheinlichkeit, während der erwartete Disnutzen des Wirtschaftsprüfers für den Fall „keine Aufdeckung“ gleichbleibt.

b.) führt eine Erhöhung von γ_i zu einer Verringerung der Fehlerwahrscheinlichkeit, während der erwartete Disnutzen des Wirtschaftsprüfers für den Fall „keine Aufdeckung“ gleichbleibt.

Beweis:

Wie im vorherigen Modell reagieren Manager und Wirtschaftsprüfer jeweils auf die Anreize des jeweils anderen bei der Bestimmung der eigenen Wahrscheinlichkeit.

Der Wirtschaftsprüfer macht den Manager durch die Wahl von $q_{i,n}$ indifferent:

$$\frac{\partial u_i^M}{\partial p_i} = \beta_i(-P_D) + (1-\beta_i)q_{i,n}(-P_D) + (1-\beta_i)\left(1-q_{i,n}\right)(\gamma_i(-P_D) + (1-\gamma_i)F\ ) = 0$$

$\Rightarrow q_{i,n} = 1 - \frac{P_D}{(1-\gamma_i)(1-\beta_i)(P_D+F)}$ (Beweis analog zu Beweis von Proposition 1)

Die Ableitungen von $q_{i,n}$ nach β_i und nach γ_i sind daher:

$\Rightarrow \frac{\partial q_{i,n}}{\partial \beta_i} = -\frac{P_D}{(1-\gamma_i)(1-\beta_i)^2(P_D+F)} < 0$ und $\frac{\partial q_{i,n}}{\partial \gamma_i} = -\frac{P_D}{(1-\gamma_i)^2(1-\beta_i)(P_D+F)} < 0$

Gegeben eine Manipulation wird vor der Prüfung aufgedeckt, wird der Wirtschaftsprüfer eine Randlösung, $q_{i,y} = 0$, wählen. Für das Ereignis „keine Aufdeckung“ kann der Manager den Wirtschaftsprüfer durch die Wahl der Manipulationswahrscheinlichkeit p_i indifferent bezüglich der Wahl von $q_{i,n}$ machen. Im Gleichgewicht gilt $p_i = \hat{p}_i$.

Der Manager wiederum macht den Wirtschaftsprüfer durch die Wahl von p_i indifferent.

$$v_{i,n}^{A1} = \frac{\hat{p}_i(1-\beta_i)}{1-\beta_i\hat{p}_i}\left(1-q_{i,n}\right)\gamma_i(-D) - \frac{c}{a}q_{i,n} = -\frac{\hat{p}_i(1-\beta_i)}{1-\beta_i\hat{p}_i}(1-q_{i,n})\gamma_i D - \frac{c}{a}q_{i,n}$$

$\frac{\partial(.)}{\partial q_{i,n}} = \frac{\hat{p}_i(1-\beta_i)}{1-\beta_i\hat{p}_i}\gamma_i D - \frac{c}{a} = 0$, wobei $\hat{p}_i(1-\beta_i) < 1-\beta_i\hat{p}_i = \hat{p}_i(1-\beta_i) + 1 - \hat{p}_i$

$$\Rightarrow p_i = \hat{p}_i = \frac{c}{a} * \frac{1}{\gamma_i D + \beta_i(\frac{c}{a} - \gamma_i D)} = \frac{c}{a} * \frac{1}{(1-\beta_i)\gamma_i D + \beta_i * \frac{c}{a}}$$

Wegen $\gamma_i D > \frac{c}{a}$ gilt

$\Rightarrow \frac{\partial p_i}{\partial \beta_i} = \frac{c}{a} * \frac{\left(\gamma_i D - \frac{c}{a}\right)}{\left(\gamma_i D + \beta_i\left(\frac{c}{a} - \gamma_i D\right)\right)^2} > 0$ und $\frac{\partial p_i}{\partial \gamma_i} = -\frac{c}{a}\frac{(1-\beta_i)*D}{\left((1-\beta_i)\gamma_i D + \beta_i * \frac{c}{a}\right)^2} < 0.$

Die Fehlerwahrscheinlichkeit ist $R_i = p_i(1-\beta_i)\big(1-q_{i,n}\big)(1-\gamma_i) = \frac{c}{a} * \frac{1}{(1-\beta_i)\gamma_i D+\beta_i*\frac{c}{a}} * \frac{P_D}{P_D+F}$ mit

$\frac{\partial((1-\beta_i)\gamma_i D+\beta_i*\frac{c}{a})}{\partial \beta_i} < 0$ und $\frac{\partial((1-\beta_i)\gamma_i D+\beta_i*\frac{c}{a})}{\partial \gamma_i} > 0$.

Eine Erhöhung von β_i lässt sich mit Hilfe der totalen Ableitung analysieren:

$$\frac{dR_i}{d\beta_i} = \frac{\partial R_i}{\partial \beta_i} + \frac{\partial R_i}{\partial p_i}\frac{\partial p_i}{\partial \beta_i} + \frac{\partial R_i}{\partial q_{i,n}}\frac{\partial q_{i,n}}{\partial \beta_i}$$

$$= -\,p_i\big(1-q_{i,n}\big)(1-\gamma_i) + (1-\beta_i)\big(1-q_{i,n}\big)(1-\gamma_i)\left(\frac{c}{a} * \frac{\left(\gamma_i D-\frac{c}{a}\right)}{\left(\gamma_i D+\beta_i\left(\frac{c}{a}-\gamma_i D\right)\right)^2}\right) - p_i(1-\beta_i)(1-$$

$$\gamma_i) * \left(-\frac{P_D}{(1-\gamma_i)(1-\beta_i)^2(P_D+F)}\right)$$

$$= -\left(\frac{c}{a}\frac{1}{\gamma_i D+\beta_i(\frac{c}{a}-\gamma_i D)}\right) * \frac{P_D}{(1-\beta_i)(P_D+F)} + \frac{P_D}{P_D+F}\ \frac{c}{a} * \frac{\left(\gamma_i D-\frac{c}{a}\right)}{\left(\gamma_i D+\beta_i\left(\frac{c}{a}-\gamma_i D\right)\right)^2} + \left(\frac{c}{a} * \frac{1}{\gamma_i D+\beta_i\left(\frac{c}{a}-\gamma_i D\right)}\right) * \frac{P_D}{(1-\beta_i)(P_D+F)}$$

$$= \frac{P_D}{P_D+F}\ \frac{c}{a} * \frac{\left(\gamma_i D-\frac{c}{a}\right)}{\left(\gamma_i D+\beta_i\left(\frac{c}{a}-\gamma_i D\right)\right)^2} > 0$$

Eine Erhöhung von β_i führt gegeben die Information „keine Aufdeckung“ (A_n) für den Wirtschaftsprüfer zu einer Verringerung des Grenznutzens seiner Aufdeckungsbemühungen, worauf der Manger mit einer Erhöhung seiner Manipulationswahrscheinlichkeit reagiert $\left(\frac{\partial R_i}{\partial p_i}\frac{\partial p_i}{\partial \beta_i} > 0\right)$. Da für den Manager der Grenznutzen der Manipulationswahrscheinlichkeit auch sinkt, senkt der Wirtschaftsprüfer seine Aufdeckungswahrscheinlichkeit $\left(\frac{\partial R_i}{\partial q_{i,n}}\frac{\partial q_{i,n}}{\partial \beta_i} = -\frac{\partial R_i}{\partial \beta_i} > 0\right)$. Bezüglich der Fehlerwahrscheinlichkeit übertreffen die indirekten Effekte kombiniert den direkten Effekt der Fehlerwahrscheinlichkeitsverringerung $\left(\frac{\partial R_i}{\partial \beta_i} < 0\right)$. Die Fehlerwahrscheinlichkeit steigt im Endeffekt.

Die totale Ableitung nach γ_i ist:

$$\frac{dR_i}{d\gamma_i} = \frac{\partial R_i}{\partial \gamma_i} + \frac{\partial R_i}{\partial p_i}\frac{\partial p_i}{\partial \gamma_i} + \frac{\partial R_i}{\partial q_{i,n}}\frac{\partial q_{i,n}}{\partial \gamma_i}$$

$$= -p_i(1-\beta_i)\big(1-q_{i,n}\big) + (1-\beta_i)\big(1-q_{i,n}\big)(1-\gamma_i)\left(-\frac{c}{a}\frac{(1-\beta_i)*D}{\left((1-\beta_i)\gamma_i D+\beta_i*\frac{c}{a}\right)^2}\right) - p_i(1-\beta_i)(1-$$

$$\gamma_i) * \left(-\frac{P_D}{(1-\gamma_i)^2(1-\beta_i)(P_D+F)}\right)$$

$$= -\left(\frac{c}{a}\frac{1}{\gamma_i D+\beta_i(\frac{c}{a}-\gamma_i D)}\right)\frac{P_D}{(1-\beta_i)(P_D+F)} + (1-\beta_i)(1-q_{i,n})(1-\gamma_i)\left(-\frac{c}{a}\frac{(1-\beta_i)*D}{\left((1-\beta_i)\gamma_i D+\beta_i*\frac{c}{a}\right)^2}\right) + \left(\frac{c}{a} * \frac{1}{\gamma_i D+\beta_i\left(\frac{c}{a}-\gamma_i D\right)}\right) * \frac{P_D}{(1-\gamma_i)(P_D+F)}$$

$$=(1-\beta_i)(1-q_{i,n})(1-\gamma_i)\frac{c}{a}\frac{(1-\beta_i)*D}{\left((1-\beta_i)\gamma_i D+\beta_i*\frac{c}{a}\right)^2} = -\frac{c}{a}\frac{(1-\beta_i)*D}{\left((1-\beta_i)\gamma_i D+\beta_i*\frac{c}{a}\right)^2}\frac{P_D}{P_D+F} < 0$$

Eine marginale Erhöhung von γ_i führt aus der Sicht des Wirtschaftsprüfers zu einer Erhöhung des Grenznutzens, da die bedingte erwartete Bestrafung steigt. Der Manager reagiert mit einer Verringerung der eigenen Manipulationswahrscheinlichkeit. Da für den Manager der Grenznutzen der Manipulationswahrscheinlichkeit sinkt, verringert der Wirtschaftsprüfer seine Aufdeckungswahrscheinlichkeit. Bezüglich der Fehlerwahrscheinlichkeit übertreffen der direkte Effekt $\left(\frac{\partial R_i}{\partial \gamma_i} < 0\right)$ und der indirekte Effekt über p_i $\left(\frac{\partial R_i}{\partial p_i}\frac{\partial p_i}{\partial \gamma_i} < 0\right)$ kombiniert den indirekten Effekt über $q_{i,n}$ $\left(\frac{\partial R_i}{\partial q_{i,n}}\frac{\partial q_{i,n}}{\partial \gamma_i} = -\frac{\partial R_i}{\partial \gamma_i} > 0\right)$. Die Fehlerwahrscheinlichkeit sinkt im Endeffekt.

Wie bei Proposition 1 gibt es auch beim erwarteten Disnutzen des Wirtschaftsprüfers ähnliche Effekte:

$$v_{i,n}^{A1} = -\frac{\hat{p}_i(1-\beta_i)}{1-\beta_i\hat{p}_i}(1-q_{i,n})\gamma_i D - \frac{c}{a}q_{i,n} = -\frac{\hat{p}_i(1-\beta_i)}{1-\beta_i\hat{p}_i}(1-q_{i,n})\gamma_i D - \frac{c}{a}q_{i,n}$$

$$= -\frac{(1-\beta_i)}{\frac{1}{\hat{p}_i}-\beta_i}(1-q_{i,n})\gamma_i D - \frac{c}{a}q_{i,n} \text{ (für } \hat{p}_i > 0)$$

$$= -\frac{(1-\beta_i)}{\frac{1}{\hat{p}_i}-\beta_i} * \frac{P_D}{(1-\gamma_i)(1-\beta_i)(P_D+F)} * \gamma_i D - \frac{c}{a}\left(1 - \frac{P_D}{(1-\gamma_i)(1-\beta_i)(P_D+F)}\right)$$

$$= \left(-\frac{(1-\beta_i)}{\frac{a}{c}*\left((1-\beta_i)\gamma_i D+\beta_i*\frac{c}{a}\right)-\beta_i}\gamma_i D + \frac{c}{a}\right)*\frac{P_D}{(1-\gamma_i)(1-\beta_i)(P_D+F)} - \frac{c}{a} = -\frac{c}{a}$$

Für die Wahrscheinlichkeit der Vorprüfungsaufdeckung gilt:

$$\frac{dv_{i,n}^{A1}}{d\beta_i} = \frac{\partial v_{i,n}^{A1}}{\partial \beta_i} + \frac{\partial v_{i,n}^{A1}}{\partial p_i}\frac{\partial p_i}{\partial \beta_i} + \frac{\partial v_{i,n}^{A1}}{\partial q_{i,n}}\frac{\partial q_{i,n}}{\partial \beta_i} = \frac{p_i(1-p_i)(1-q_{i,n})\gamma_i D}{(1-\beta_i p_i)^2} - \frac{(1-\beta_i)(1-q_{i,n})\gamma_i D}{(1-\beta_i p_i)^2}\frac{c}{a} * \frac{\left(\gamma_i D-\frac{c}{a}\right)}{\left(\gamma_i D+\beta_i\left(\frac{c}{a}-\gamma_i D\right)\right)^2} - \left(\frac{\hat{p}_i(1-\beta_i)}{1-\beta_i\hat{p}_i}\gamma_i D - \frac{c}{a}\right) * \left(-\frac{P_D}{(1-\gamma_i)(1-\beta_i)^2(P_D+F)}\right) = \frac{(1-q_{i,n})\gamma_i D}{(1-\beta_i p_i)^2} * (0) + 0 = 0$$

Gegeben keine Aufdeckung und ein hohes β_i kann der Wirtschaftsprüfer davon ausgehen, dass eher keine Manipulation vorliegt, der direkte Effekt auf den negativen erwarteten Disnutzen ist positiv $\left(\frac{\partial v_{i,n}^{A1}}{\partial \beta_i} > 0\right)$. Allerdings sinkt gleichzeitig der Grenznutzen der Aufdeckungsbemühungen, worauf der

Manager durch die Wahl eines höheren p_i reagiert $\left(\frac{\partial v_{i,n}^{A1}}{\partial p_i}\frac{\partial p_i}{\partial \beta_i} = -\frac{\partial v_{i,n}^{A1}}{\partial \beta_i} < 0\right)$. Die beiden Effekte kompensieren sich. Im Gleichgewicht gilt außerdem $\frac{\partial v_{i,n}^{A1}}{\partial q_{i,n}}\frac{\partial q_{i,n}}{\partial \beta_i} = 0$, weil $\frac{\partial v_{i,n}^{A1}}{\partial q_{i,n}} = 0$. Der Disnutzen gegeben keine Aufdeckung bleibt konstant.

Bezüglich der Nachdeckungswahrscheinlichkeit gilt Folgendes:

$$\frac{dv_{i,n}^{A1}}{d\gamma_i} = \frac{\partial v_{i,n}^{A1}}{\partial \gamma_i} + \frac{\partial v_{i,n}^{A1}}{\partial p_i}\frac{\partial p_i}{\partial \gamma_i} + \frac{\partial v_{i,n}^{A1}}{\partial q_{i,n}}\frac{\partial q_{i,n}}{\partial \gamma_i} = -\frac{(1-\beta_i)}{\frac{1}{\hat{p}_i}-\beta_i}(1-q_{i,n})D - \frac{(1-\beta_i)(1-q_{i,n})\gamma_i D}{(1-\beta_i p_i)^2}\left(-\frac{c}{a}\frac{(1-\beta_i)*D}{\left((1-\beta_i)\gamma_i D+\beta_i*\frac{c}{a}\right)^2}\right) - \left(\frac{\hat{p}_i(1-\beta_i)}{1-\beta_i\hat{p}_i}\gamma_i D - \frac{c}{a}\right)*\left(-\frac{P_D}{(1-\gamma_i)^2(1-\beta_i)(P_D+F)}\right) = (1-\beta_i)(1-q_{i,n})D\left(-\frac{1}{\frac{a}{c}*\left((1-\beta_i)\gamma_i D+\beta_i*\frac{c}{a}\right)-\beta_i} + \frac{\gamma_i}{\left(1-\beta_i*\frac{c}{a}*\frac{1}{(1-\beta_i)\gamma_i D+\beta_i*\frac{c}{a}}\right)^2}*\frac{c}{a}\frac{(1-\beta_i)*D}{\left((1-\beta_i)\gamma_i D+\beta_i*\frac{c}{a}\right)^2}\right) + 0 = 0$$

Beim erwarteten Disnutzen des Wirtschaftsprüfers gegeben keine Aufdeckung gleichen sich der direkte Effekt $\left(\frac{\partial v_{i,n}^{A1}}{\partial \gamma_i} < 0\right)$ und der indirekte Effekt über p_i aus $\left(\frac{\partial v_{i,n}^{A1}}{\partial p_i}\frac{\partial p_i}{\partial \beta_i} = -\frac{\partial v_{i,n}^{A1}}{\partial \gamma_i} > 0\right)$. Außerdem gilt $\frac{\partial v_{i,n}^{A1}}{\partial q_{i,n}}\frac{\partial q_{i,n}}{\partial \gamma_i} = 0$, weil $\frac{\partial v_{i,n}^{A1}}{\partial q_{i,n}} = 0$ ist. Der erwartete Disnutzen gegeben keine Aufdeckung bleibt konstant.

■

Nun soll die vom Eigentümer Prüfungsgebühr in t=0 genauer untersucht werden. Bezogen auf die Prüfungsgebühr zeigt sich, dass ein Anstieg von β_i beim Modell mit nachgelagerter Wahl der Aufdeckungsbemühungen aus der Sicht des Eigentümers vorteilhaft sein kann, während eine Steigerung von γ_i sich negativ auswirkt:

Proposition 4: Bei linearen Kostenfunktionen gilt Folgendes:

a.) Eine Erhöhung von β_i verringert die Prüfungsgebühr.
b.) Eine Erhöhung von γ_i erhöht die Prüfungsgebühr.

Beweis:

Die Prüfungsgebühr gleicht den Erwartungswert des erwarteten Disnutzens des Wirtschaftsprüfers zum Zeitpunkt des Vertragsabschlusses aus. Sie ist daher

$$\left(p_i*(1-\beta_i)+(1-p_i)\right)*\left(-v_{i,n}^{A1}\right) = (1-\beta_i p_i)*\left(-v_{i,n}^{A1}\right) = (1-\beta_i p_i)*(-v_{i,n}^{A1}).$$

$$= \left(1-\beta_i*\frac{c}{a}*\frac{1}{(1-\beta_i)\gamma_i D+\beta_i*\frac{c}{a}}\right)*\frac{c}{a} = \frac{c}{a} - \left(\frac{c}{a}\right)^2*\frac{1}{\frac{(1-\beta_i)}{\beta_i}\gamma_i D+\frac{c}{a}}$$

$\longrightarrow \frac{\partial(.)}{\partial\beta_i} < 0$ und $\frac{\partial(.)}{\partial\gamma_i} > 0$ ■

Der Wirtschaftsprüfer antizipiert, dass er ein Signal vor seiner Prüfungsentscheidung bekommt: Für den Fall „keine Aufdeckung“ hat der Wirtschaftsprüfer einen erwarteten Disnutzen in Höhe von $v_{i,n}^{A1}$, bei einer Aufdeckung einer Manipulation (A_y) braucht der Wirtschaftsprüfer nicht mehr prüfen, sein erwarteter Disnutzen ist $v_{i,y}^{A1} = 0$. Die Wahrscheinlichkeit für den Fall „keine Aufdeckung“ (A_n) setzt sich aus zwei Wahrscheinlichkeiten zusammen: der Wahrscheinlichkeit, dass keine Manipulation begangen worden ist, und der Wahrscheinlichkeit, dass eine Manipulation begangen worden ist, aber vor der Prüfung nicht aufgedeckt wurde.

Bei linearen Kostenfunktionen werden die erwarteten Disnutzen für eine Vorprüfungsaufdeckung (0) und keine Vorprüfungsaufdeckung $\left(-\frac{c}{a}\right)$ nicht von β_i oder γ_i beeinflusst - sie bleiben konstant. In t=0 kann der Eigentümer Folgendes antizipieren:

- Für einen Anstieg von β_i gilt: Die Manipulationswahrscheinlichkeit p_i steigt und wegen des höheren β_i kann eine Manipulation eher vor der Prüfung aufgedeckt werden - der oberste Ast in Abbildung 5 in dem der erwartete Disnutzen für den Wirtschaftsprüfer null ist, wird mit einer höheren Wahrscheinlichkeit erreicht.
- Ein Anstieg von γ_i wirkt sich allerdings aus der Sicht des Eigentümers bezogen auf die Prüfungsgebühr schädlich aus: Die Manipulationswahrscheinlichkeit sinkt, während der erwartete Disnutzen für den Fall „keine Aufdeckung“ gleichbleibt. Der unterste Ast wird wahrscheinlicher erreicht, es wird öfter für den Fall „keine Manipulation“ geprüft. Der oberste Ast in Abbildung 5, in dem eine Manipulation aufgedeckt worden ist und daher der erwartete Disnutzen null beträgt, wird mit einer geringeren Wahrscheinlichkeit erreicht.

3.2.2.2 Analyse bei logarithmischen Kostenfunktionen

Nun soll wieder ein Wirtschaftsprüfer mit einer logarithmischen Kostenfunktion betrachtet werden. Für eine marginale Steigerung von β_i verringert sich für ihn im Fall „keine Aufdeckung“ der Grenznutzen der Aufdeckungswahrscheinlichkeit, weil der Wirtschaftsprüfer eher davon ausgehen kann, dass keine Manipulation stattgefunden hat. Für eine marginale Steigerung von γ_i erhöht sich der Grenznutzen der Aufdeckungswahrscheinlichkeit, weil der Prüfer durch die Steigerung der Aufdeckungswahrscheinlichkeit eine höhere (bedingte) erwartete Bestrafung umgehen kann. Zusätzlich lässt sich analog zu Proposition 2 die Auswirkungen der strengen Konvexität erkennen: Da sich für den Manager der Grenznutzen der Manipulation verringert, verringert als Antwort darauf der Wirtschaftsprüfer sein gleichgewichtiges q_i. Diese Verringerung führt für den Wirtschaftsprüfer zu geringeren Grenzkosten der Aufdeckungswahrscheinlichkeit, was wiederum vom Manager bei seiner Manipulationsentscheidung beachtet wird. Daher gilt:

Proposition 5: Gegeben eine logarithmische Kostenfunktion

a.) führt eine marginale Erhöhung von β_i zu einer Verringerung des erwarteten Disnutzens des Wirtschaftsprüfers für den Fall „keine Aufdeckung“, während die Fehlerwahrscheinlichkeit gleichbleibt.

b.) führt eine marginale Erhöhung von γ_i zu einer Verringerung des erwarteten Disnutzens des Wirtschaftsprüfers für den Fall „keine Aufdeckung“ und zu einer Verringerung der Fehlerwahrscheinlichkeit.

Beweis:

Das gleichgewichtige $q_{i,n}$ entspricht dem aus Proposition 3: $q_{i,n} = 1 - \frac{P_D}{(1-\gamma_i)(1-\beta_i)(P_D+F)}$

Die Ableitungen von $q_{i,n}$ nach β_i und nach γ_i sind daher:

$\Rightarrow \frac{\partial q_{i,n}}{\partial \beta_i} = -\frac{P_D}{(1-\gamma_i)(1-\beta_i)^2(P_D+F)} < 0$ und $\frac{\partial q_{i,n}}{\partial \gamma_i} = -\frac{P_D}{(1-\gamma_i)^2(1-\beta_i)(P_D+F)} < 0$

Der erwartete Disnutzen des Wirtschaftsprüfers gegeben keine Aufdeckung ist:

$$v_{i,n}^{A2} = \frac{\hat{p}_i(1-\beta_i)}{1-\beta_i\hat{p}_i}(1-q_{i,n})\gamma_i(-D) - \frac{c}{b}ln\left(\frac{1}{1-q_{i,n}}\right)$$

$$= -\frac{\hat{p}_i(1-\beta_i)}{1-\beta_i\hat{p}_i}(1-q_{i,n})\gamma_i D - \frac{c}{b}ln\left(\frac{1}{1-q_{i,n}}\right)$$

Die Grenzkosten der Aufdeckungswahrscheinlichkeit sind nun abhängig von dem gewählten q_i:

$\frac{\partial(.)}{\partial q_{i,n}} = \frac{\hat{p}_i(1-\beta_i)}{1-\beta_i\hat{p}_i}\gamma_i D - \frac{c}{b}\left(\frac{1}{1-q_{i,n}}\right)$, wobei $\hat{p}_i(1-\beta_i) < 1-\beta_i\hat{p}_i = \hat{p}_i(1-\beta_i) + 1 - \hat{p}_i$

$$\left.\frac{\partial v_{i,n}^{A2}}{\partial q_i}\right| q_i = 1 - \frac{P_D}{(1-\beta_i)(1-\gamma_i)(F+P_D)} = \frac{(1-\beta_i)}{\frac{1}{\hat{p}_i}-\beta_i}\gamma_i D - \frac{c}{b} * \frac{(1-\gamma_i)(1-\beta_i)(P_D+F)}{P_D}$$

Da sich das gleichgewichtige q_i für steigende β_i und γ_i verringert, sinken die Grenzkosten des Wirtschaftsprüfers. Der Manager beachtet sowohl die Grenzkosten als auch die Grenznutzen bei der Wahl seiner Manipulationswahrscheinlichkeit.

$$\Rightarrow p_i = \hat{p}_i = \frac{c(1-\gamma_i)(P_D+F)}{D*P_D*b*\gamma_i+c*\beta_i*(1-\gamma_i)*(P_D+F)}$$

$$\frac{\partial p_i}{\partial \beta_i} = -\frac{\left(c(1-\gamma_i)(P_D+F)\right)^2}{\left(D*P_D*b*\gamma_i+c*\beta_i*(1-\gamma_i)*(P_D+F)\right)^2} < 0$$

$\frac{\partial p_i}{\partial \gamma_i} = -\frac{c*b*D*P_D(P_D+F)}{\left(D*P_D*b*\gamma_i+c*\beta_i*(1-\gamma_i)*(P_D+F)\right)^2} < 0$

Für die Fehlerwahrscheinlichkeit ergibt sich:

$$R_i = \frac{c(1-\gamma_i)(P_D+F)}{D*P_D*b*\gamma_i+c*\beta_i*(1-\gamma_i)*(P_D+F)} * (1-\beta_i) * \frac{P_D}{(1-\gamma_i)(1-\beta_i)(P_D+F)} * (1-\gamma_i)$$

$$= \frac{c(1-\gamma_i)(P_D+F)}{D*P_D*b*\gamma_i+c*\beta_i*(1-\gamma_i)*(P_D+F)} * \frac{P_D}{(P_D+F)} = \frac{c(1-\gamma_i)}{D*P_D*b*\gamma_i+c*\beta_i*(1-\gamma_i)*(P_D+F)} * P_D$$

Nun sollen wiederum die einzelnen Effekte einer Änderung von β_i und γ_i dargestellt werden:

Effekte von β_i:

$$\frac{dR_i}{d\beta_i} = \frac{\partial R_i}{\partial \beta_i} + \frac{\partial R_i}{\partial p_i}\frac{\partial p_i}{\partial \beta_i} + \frac{\partial R_i}{\partial q_{i,n}}\frac{\partial q_{i,n}}{\partial \beta_i}$$

$$= -\left(\frac{c(1-\gamma_i)(P_D+F)}{D*P_D*b*\gamma_i+c*\beta_i*(1-\gamma_i)*(P_D+F)}\right)\left(\frac{P_D}{(1-\gamma_i)(1-\beta_i)(P_D+F)}\right)(1-\gamma_i)$$

$$+(1-\beta_i)\left(\frac{P_D}{(1-\gamma_i)(1-\beta_i)(P_D+F)}\right)(1-\gamma_i)\left(-\frac{\left(c(1-\gamma_i)(P_D+F)\right)^2}{\left(D*P_D*b*\gamma_i+c*\beta_i*(1-\gamma_i)*(P_D+F)\right)^2}\right)$$

$$-\left(\frac{c(1-\gamma_i)(P_D+F)}{D*P_D*b*\gamma_i+c*\beta_i*(1-\gamma_i)*(P_D+F)}\right)(1-\beta_i)(1-\gamma_i) * \left(-\frac{P_D}{(1-\gamma_i)(1-\beta_i)^2(P_D+F)}\right)$$

$$= -\frac{\left(c(1-\gamma_i)\right)^2 P_D(P_D+F)}{\left(D*P_D*b*\gamma_i+c*\beta_i*(1-\gamma_i)*(P_D+F)\right)^2} < 0$$

Der direkte Effekt $\left(\frac{\partial R_i}{\partial \beta_i} < 0\right)$ und der indirekte Effekt über q_i gleichen sich aus $\left(\frac{\partial R_i}{\partial q_{i,n}}\frac{\partial q_{i,n}}{\partial \beta_i} = -\frac{\partial R_i}{\partial \beta_i} > 0\right)$, weil der Wirtschaftsprüfer auf die geringeren Manipulationsanreize des Managers mit einer Verringerung der eigenen Aufdeckungswahrscheinlichkeit reagiert. Der indirekte Effekt über p_i ist negativ $\left(\frac{\partial R_i}{\partial p_i}\frac{\partial p_i}{\partial \beta_i} < 0\right)$, der Manager wird die geringeren Grenzkosten des Wirtschaftsprüfers bei seiner Wahl von p_i berücksichtigen. Die Fehlerwahrscheinlichkeit sinkt im Endeffekt.

Effekt von γ_i:

$$\frac{dR_i}{d\gamma_i} = \frac{\partial R_i}{\partial \gamma_i} + \frac{\partial R_i}{\partial p_i}\frac{\partial p_i}{\partial \gamma_i} + \frac{\partial R_i}{\partial q_{i,n}}\frac{\partial q_{i,n}}{\partial \gamma_i}$$

$$= -\frac{c(1-\gamma_i)(P_D+F)}{D*P_D*b*\gamma_i+c*\beta_i*(1-\gamma_i)*(P_D+F)}(1-\beta_i)\left(\frac{P_D}{(1-\gamma_i)(1-\beta_i)(P_D+F)}\right) +$$

$$(1-\beta_i)\left(\frac{P_D}{(1-\gamma_i)(1-\beta_i)(P_D+F)}\right)(1-\gamma_i)\left(-\frac{c*b*D*P_D(P_D+F)}{\left(D*P_D*b*\gamma_i+c*\beta_i*(1-\gamma_i)*(P_D+F)\right)^2}\right) -$$

$$\frac{c(1-\gamma_i)(P_D+F)}{D*P_D*b*\gamma_i+c*\beta_i*(1-\gamma_i)*(P_D+F)}(1-\beta_i)(1-\gamma_i) * \left(-\frac{P_D}{(1-\gamma_i)^2(1-\beta_i)(P_D+F)}\right)$$

$$= -\frac{c*b*D*{P_D}^2}{\left(D*P_D*b*\gamma_i+c*\beta_i*(1-\gamma_i)*(P_D+F)\right)^2} < 0$$

Der direkte Effekt $\left(\frac{\partial R_i}{\partial \gamma_i} < 0\right)$ und der indirekte Effekt über q_i $\left(\frac{\partial R_i}{\partial q_{i,n}}\frac{\partial q_{i,n}}{\partial \gamma_i} = -\frac{\partial R_i}{\partial \gamma_i} > 0\right)$ gleichen sich aus, weil der Wirtschaftsprüfer seine Aufdeckungswahrscheinlichkeit verringert. Der indirekte Effekt über p_i ist negativ $\left(\frac{\partial R_i}{\partial p_i}\frac{\partial p_i}{\partial \gamma_i} < 0\right)$, die Fehlerwahrscheinlichkeit sinkt.

Analog zur Fehlerwahrscheinlichkeit lassen sich nun auch für den erwarteten Disnutzen die einzelnen Effekte darstellen:

Für den erwarteten Disnutzen im Fall keine Aufdeckung gilt:

$$v_{i,n}^{A2} = -\frac{(1-\beta_i)}{\frac{1}{\hat{p}_i}-\beta_i}(1-q_{i,n})\gamma_i D - \frac{c}{b}ln(\frac{1}{1-q_{i,n}})$$

$$= -\frac{c}{b} - \frac{c}{b}ln\left(\frac{(1-\gamma_i)(1-\beta_i)(P_D+F)}{P_D}\right)$$

Die Annahme $\beta_i + \gamma_i - \beta_i\gamma_i < \frac{F}{F+P_D}$ lässt sich umformen zu $\frac{(1-\beta_i)(1-\gamma_i)(F+P_D)}{P_D} > 1$, woraus folgt, dass $ln\left(\frac{(1-\beta_i)(1-\gamma_i)(F+P_D)}{P_D}\right)$ positiv ist.

Effekte von β_i:

$$\frac{dv_{i,n}^{A2}}{d\beta_i} = \frac{\partial v_{i,n}^{A2}}{\partial \beta_i} + \frac{\partial v_{i,n}^{A2}}{\partial p_i}\frac{\partial p_i}{\partial \beta_i} + \frac{\partial v_{i,n}^{A2}}{\partial q_{i,n}}\frac{\partial q_{i,n}}{\partial \beta_i}$$

$$= \frac{p_i(1-p_i)(1-q_{i,n})\gamma_i D}{(1-\beta_i p_i)^2} - \frac{(1-\beta_i)(1-q_{i,n})\gamma_i D}{(1-\beta_i p_i)^2}\left(-\frac{\left(c(1-\gamma_i)(P_D+F)\right)^2}{\left(D*P_D*b*\gamma_i+c*\beta_i*(1-\gamma_i)*(P_D+F)\right)^2}\right) - (0) * \left(-\frac{P_D}{(1-\gamma_i)(1-\beta_i)^2(P_D+F)}\right) = \frac{c}{b}\frac{1}{(1-\beta_i)} > 0$$

Sowohl der direkte Effekt als auch der indirekte Effekt über die Verringerung von p_i wirken sich positiv auf den negativen erwarteten Disnutzen aus, es gilt $\frac{\partial v_{i,n}^{A2}}{\partial \beta_i} > 0$ und $\frac{\partial v_{i,n}^{A2}}{\partial p_i}\frac{\partial p_i}{\partial \beta_i} > 0$. Der Effekt über q_i ist gleich null, da $\frac{\partial v_{i,n}^{A2}}{\partial q_{i,n}} = 0$.

Effekte von γ_i:

$$\frac{dv_{i,n}^{A2}}{d\gamma_i} = \frac{\partial v_{i,n}^{A2}}{\partial \gamma_i} + \frac{\partial v_{i,n}^{A2}}{\partial p_i}\frac{\partial p_i}{\partial \gamma_i} + \frac{\partial v_{i,n}^{A2}}{\partial q_{i,n}}\frac{\partial q_{i,n}}{\partial \gamma_i}$$

$$= -\frac{p_i(1-\beta_i)}{1-\beta_i p_i}\left(1-q_{i,n}\right)D - \frac{(1-\beta_i)\left(1-q_{i,n}\right)\gamma_i D}{(1-\beta_i p_i)^2}\left(-\frac{c*b*D*P_D(P_D+F)}{\left(D*P_D*b*\gamma_i+c*\beta_i*(1-\gamma_i)*(P_D+F)\right)^2}\right) - (0) *$$
$$\left(-\frac{P_D}{(1-\gamma_i)^2(1-\beta_i)(P_D+F)}\right)$$

$$= -\frac{c}{b*\gamma_i} + \frac{c}{b*\gamma_i*(1-\gamma_i)} = \frac{c}{b}\frac{1}{(1-\gamma_i)} > 0.$$

Bezüglich des erwarteten Disnutzens des Prüfers lässt sich zeigen, dass der direkte negative Effekt $\left(\frac{\partial v_{i,n}^{A2}}{\partial \gamma_i} < 0\right)$ durch den indirekten Effekt über p_i überkompensiert wird $\left(\frac{\partial v_{i,n}^{A2}}{\partial p_i}\frac{\partial p_i}{\partial \gamma_i} > 0\right)$. Der indirekte Effekt über $q_{i,n}$ ist gleich null $\left(\frac{\partial v_{i,n}^{A2}}{\partial q_{i,n}}\frac{\partial q_{i,n}}{\partial \gamma_i} = 0\right)$, weil der Wirtschaftsprüfer im Gleichgewicht indifferent bezüglich seiner Aufdeckungswahrscheinlichkeit ist $\left(\frac{\partial v_{i,n}^{A2}}{\partial q_{i,n}} = 0\right)$. ■

Wie im vorherigen Abschnitt lassen sich nun auch hier die Veränderungen der Prüfungsgebühren untersuchen. Im Gegensatz zu linearen Kostenfunktionen verringert sich bei logarithmischen Kostenfunktionen zusätzlich der Disnutzen gegeben keine Aufdeckung (im untersten Ast in Abbildung 5) für eine Erhöhung von β_i und γ_i:

$$\frac{dv_{i,n}^{A2}}{d\beta_i} = \frac{c}{b(1-\beta_i)} > 0 \text{ und } \frac{dv_{i,n}^{A2}}{d\gamma_i} = \frac{c}{b}\frac{1}{(1-\gamma_i)} > 0.$$

Dies hat (zusätzliche) Auswirkungen auf die Prüfungsgebühr:[18]

Bei einem Anstieg von β_i gilt: Mit einer höheren Wahrscheinlichkeit wird eine Manipulationsaufdeckung geschehen und damit der erwartete Disnutzen null betragen, mit einer geringeren Wahrscheinlichkeit wird ein geringerer Disnutzen für den Fall „keine Aufdeckung“ erscheinen. Die Effekte sind gleichgerichtet, die Prüfungsgebühr sinkt.

Bei einem Anstieg von γ_i hingegen sind die Effekte nicht gleichgerichtet: Zwar wird der negative erwartete Disnutzen gegeben keine Aufdeckung positiv beeinflusst (er verringert sich), gleichzeitig aber wird er mit einer höheren Wahrscheinlichkeit erscheinen. Die Wahrscheinlichkeit für eine Manipulation sinkt, der unterste Ast in Abbildung 5 wird wahrscheinlicher erreicht. Während in den oberen beiden Ästen entweder ein erwarteter Disnutzen in Höhe von null oder in Höhe von $v_{i,n}^{A2}$ erscheint, wird im dritten Ast immer ein erwarteter Disnutzen $v_{i,n}^{A2}$ auftreten. Wie sich die Prüfungsgebühr für einen Anstieg von γ_i verändert, ist im Anhang genauer beschrieben. Hohe Werte für γ_i und b scheinen dabei eher zu einer Verringerung der erwarteten Prüfungsgebühr beizutragen.

[18] Siehe Anhang (A.2) für eine ausführliche mathematische Behandlung.

3.3 Vergleich der Modelle von 3.1 und 3.2

Nun soll ein Vergleich der beiden Modelle erfolgen aus 3.1 und 3.2 erfolgen. Im Modell aus Abschnitt 3.1 wurde angenommen, dass Manager und Wirtschaftsprüfer simultan ziehen, während in Abschnitt 3.2 der Wirtschaftsprüfer nach einer etwaigen Vorprüfungsaufdeckung nachgelagert seine Aufdeckungsbemühungen festlegen konnte. Zur besseren Übersichtlichkeit werden nun die Auswirkungen einer Erhöhung von β_i und γ_i in den Tabelle 3.1 und 3.2 dargestellt. „+“ („-“) zeigt dabei einen Anstieg (Rückgang) an. Ein „+“ in der Zeile v_i^A (bzw. $v_{i,n}^A$) bedeutet, dass sich der erwartete Disnutzen des Wirtschaftsprüfers (für den Fall keine Aufdeckung) verringert. „0“ bedeutet, dass es keine Veränderung gibt. „?“ zeigt an, dass der Effekt einer Steigerung entweder positiv oder negativ sein kann.

Es lassen sich an dieser Stelle ähnliche Tendenzen in den Modellergebnissen feststellen:

- Eine Erhöhung von γ_i führt in jedem der betrachteten Modelle zu einer Verringerung der Manipulationswahrscheinlichkeit.
- Eine Erhöhung von β_i oder γ_i führt in jedem der betrachteten Modelle zu einer Verringerung der Prüfungsanstrengungen des Wirtschaftsprüfers.
- Ein Anstieg von β_i führt nicht zu einer Verringerung der Fehlerwahrscheinlichkeit.

Zusätzlich gibt es noch Randlösungen. So besteht die Möglichkeit, dass die Vorprüfungs- und Nachprüfungsaufdeckungswahrscheinlichkeiten gemeinsam so stark ansteigen, dass die Prüfung des Wirtschaftsprüfers nur noch eine pro-forma-Angelegenheit ist, da es sich für den Manager niemals lohnt, zu manipulieren. Diese Lösung dürfte allerdings so nicht in der ökonomischen Realität vorkommen.

Nun sollen zuerst jeweils innerhalb der jeweiligen Modelle die Ergebnisse für unterschiedliche Kostenfunktionen benannt werden. Anschließend sollen die Modelle untereinander miteinander verglichen werden.

Tabelle 3.1: Simultanes Handeln - Auswirkungen einer Erhöhung der Vor- oder Nachprüfungsaufdeckungswahrscheinlichkeit

	Lineare Kostenfunktion		Logarithmische Kostenfunktion	
	β_i	γ_i	β_i	γ_i
p_i	+	-	0	-
q_i	-	-	-	-
R_i	+	-	0	-
v_i^A	0	0	+	+
$-v_i^A$: Prüfungsgebühr	0	0	-	-

Ein Anstieg von β_i führt bei linearen Kostenfunktionen zu einer Verringerung des Grenznutzens der Aufdeckungswahrscheinlichkeit, bei logarithmischen Kostenfunktionen verringern sich im gleichen Maße zusätzlich die Grenzkosten der Aufdeckungswahrscheinlichkeit. Daher unterscheidet sich die Antworten des Managers: Bei linearen Kostenfunktionen wird er seine Manipulationswahrscheinlichkeit erhöhen, während bei logarithmischen Kostenfunktionen er sie nicht verändert.

Bei einer linearen Kostenfunktion führt ein Anstieg von β_i bei gleichbleibenden Prüfungsgebühren zu einer Erhöhung der Fehlerwahrscheinlichkeit. Gegeben eine lineare Kostenfunktion ist eine Stärkung der Wahrscheinlichkeit der Vorprüfungsaufdeckung daher aus Eigentümersicht niemals von Nutzen. Bei einer logarithmischen Kostenfunktion kann sie vorteilhaft sein, da sich bei gleichbleibender Fehlerwahrscheinlichkeit die Prüfungsgebühren verringern.

In der Literatur werden auch quadratische Kostenfunktionen für den Wirtschaftsprüfer benutzt. Für diese gibt es allerdings keine gleichmäßige Verringerung des Bestrafungs- und des Kostenterms. Dies führt dazu, dass das gleichgewichtige p_i für unterschiedliche β_i nicht mehr konstant ist.[19]

Ein Anstieg von γ_i führt zu einer Erhöhung des Grenznutzens der Aufdeckungswahrscheinlichkeit und daher zu einer Verringerung der Fehlerwahrscheinlichkeit. Bei einer logarithmischen Kostenfunktion führt sie zusätzlich zu einer Abnahme der Prüfungsgebühr. Eine Steigerung der Wahrscheinlichkeit der

[19] Vgl. Anhang (A.1).

Nachprüfungsaufdeckung ist daher aus Eigentümersicht bei linearen und logarithmischen Kostenfunktionen stets von Nutzen.

Tabelle 3.2: Nachgelagerte Festlegung der Aufdeckungsbemühung - Auswirkungen einer Erhöhung der Vor- oder Nachprüfungswahrscheinlichkeit

	Lineare Kostenfunktion		Logarithmische Kostenfunktion	
	β_i	γ_i	β_i	γ_i
p_i	+	-	-	-
$q_{i,n} = q_i \vert A_n$	-	-	-	-
R_i	+	-	-	-
$v_{i,n}^A$	0	0	+	+
$E(v_i^A)$	+	-	+	?
$-E(v_i^A)$: Prüfungsgebühr	-	+	-	?

Auch für das Modell mit nachgelagerter Wahl der Aufdeckungsbemühungen lässt sich für lineare Kostenfunktionen zeigen, dass ein Anstieg von β_i nicht zu einer Reduktion der Fehlerwahrscheinlichkeit führt. Bei linearen Kostenfunktionen erhöht sich die Manipulationswahrscheinlichkeit des Managers für einen Anstieg von β_i, bei logarithmischen Kostenfunktionen verringert sie sich. Im Folgenden soll anhand des erwarteten Disnutzens des Wirtschaftsprüfers die Gründe für die unterschiedlichen Reaktionen gezeigt werden.

Obwohl sich die beiden Modelle bei linearen Kostenfunktionen des Wirtschaftsprüfers bezüglich der Vorhersage der Handlungen des Managers ähneln, verfügen sie dennoch über unterschiedliche Intuitionen bezüglich der Wahrscheinlichkeit der Vorprüfungsaufdeckung β_i. Während beim Modell aus Abschnitt 3.1 der Wirtschaftsprüfer bei der Wahl seiner Aufdeckungsbemühung vorhersieht, dass er eventuell nicht mehr bei einer Prüfung versagen kann, weil eine Manipulation schon vorher aufgedeckt wird, schließt er in 3.2 aus dem Ereignis „keine Vorprüfungsaufdeckung“. dass mit einer geringeren Wahrscheinlichkeit eine Manipulation vorliegt.

- In Proposition 1 ist $p_i = \frac{c}{a(1-\beta_i)\gamma_i D}$, während in Proposition 3 $p_i = \frac{c}{a(1-\beta_i)\gamma_i D+\beta_i c}$ gilt. In beiden Modellen führt eine Erhöhung von β_i zu einer Verringerung des Grenznutzens der Aufdeckungswahrscheinlichkeit. Allerdings unterscheiden sich nun die Stärke der Wirkung: Im Modell mit simultaner Aktionswahl ist der Bestrafungsterm $p_i(1-\beta_i)\gamma_i(-D)$, im Modell mit nachgelagerter Wahl der Aufdeckungsbemühungen ist er $\frac{p_i(1-\beta_i)}{1-\beta_i p_i}\gamma_i(-D)$. Es gilt $\frac{p_i(1-\beta_i)}{1-\beta_i p_i} > p_i(1-\beta_i)$, da $p_i \in (0,1)$ und $\beta_i \in (0,1)$: Aus Wirtschaftsprüfersicht ist der Grenznutzen der Aufdeckungswahrscheinlichkeit im Modell mit nachgelagerter Wahl der Aufdeckungsbemühung größer als im Modell mit simultanem Handeln. Daher ist die Manipulationswahrscheinlichkeit im Modell mit nachgelagerter Wahl der Aufdeckungsbemühung kleiner als im Modell mit simultanem Handeln. Zusätzlich ist $\frac{p_i(1-\beta_i)}{1-\beta_i p_i}$ steigend und konvex in p_i sofern $p_i \in (0,1)$ und $\beta_i \in (0,1)$, für einen Anstieg von p_i wächst der Grenznutzen des Wirtschaftsprüfers beim Modell mit nachgelagerter Festlegung der Aufdeckungsbemühung für den Fall „keine Aufdeckung" mit einer größer werdenden Rate im Vergleich zum Grenznutzen des Wirtschaftsprüfers beim Modell mit simultanem Handeln. Außerdem führt ein Anstieg von β_i beim Modell mit nachgelagerter Wahl der Aufdeckungsbemühung im Fall „keine Aufdeckung" im Vergleich zum Modell mit simultanem Handeln zu einem geringeren Rückgang des Grenznutzens des Wirtschaftsprüfers. Aus den vorherigen Ausführungen folgt für das Modell mit nachgelagerter Wahl im Vergleich zum Modell mit simultanem Handeln, dass der Manager bei einem Anstieg von β_i mit einem geringeren Anstieg von p_i reagieren wird.[20]
- Auch für die logarithmischen Kostenfunktionen lässt sich ein Vergleich ziehen: Für Proposition 5 ist $p_i = \frac{c(1-\gamma_i)(P_D+F)}{DP_D b\gamma_i + c*\beta_i*(1-\gamma_i)*(P_D+F)}$, während für Proposition 2 $p_i = \frac{c}{b\gamma_i D}\frac{(1-\gamma_i)(F+P_D)}{P_D}$ gilt. Zusätzlich zu den im letzten Absatz genannten Effekten verändern sich nun auch noch die Grenzkosten des Prüfers, wenn dieser seine Aufdeckungsbemühungen verringert. Für das Modell mit simultanem Handeln gilt:

  $$\left.\frac{\partial v_i^{A2}}{\partial q_i}\right| q_i = 1 - \frac{P_D}{(1-\beta_i)(1-\gamma_i)(F+P_D)} = p_i(1-\beta_i)\gamma_i D - \frac{c}{b} * \frac{(1-\gamma_i)(1-\beta_i)(P_D+F)}{P_D}$$

  Für das Modell mit nachträglicher Wahl der Aufdeckungsbemühungen gilt:

  $$\left.\frac{\partial v_{i,n}^{A2}}{\partial q_i}\right| q_{i,n} = 1 - \frac{P_D}{(1-\beta_i)(1-\gamma_i)(F+P_D)} = \frac{p_i(1-\beta_i)}{p_i(1-\beta_i)+(1-p_i)}\gamma_i D - \frac{c}{b} * \frac{(1-\gamma_i)(1-\beta_i)(P_D+F)}{P_D}$$

[20] Es gilt $p_i = \frac{c}{a} * \frac{1}{\gamma_i D + \beta_i(\frac{c}{a} - \gamma_i D)}$. Wegen $\gamma_i D > \frac{c}{a}$ wirkt sich eine Erhöhung von β_i immer erhöhend auf p_i aus.

Dies führt für eine Erhöhung von β_i zu folgenden Effekten: Für das erste Modell sinken Grenznutzen und Grenzkosten des Wirtschaftsprüfers gleichmäßig. Deshalb ändert sich die Manipulationswahrscheinlichkeit nicht. Für das zweite Modell sinken für den Fall „keine Aufdeckung" die Grenzkosten stärker als der Grenznutzen. Deshalb fällt die Manipulationswahrscheinlichkeit.

Hinsichtlich der Prüfungsgebühr gibt es je nach Modell und Kostenfunktion unterschiedliche Ergebnisse:

- Annahmegemäß entspricht im Modell mit simultanem Handeln die zu zahlende Prüfungsgebühr dem erwarteten Disnutzen, während im Modell mit nachgelagerter Wahl der Aufdeckungsbemühungen die Prüfungsgebühr der Erwartung über den erwarteten Disnutzen entspricht.
- Für das simultane Modell gilt: Gegeben eine lineare Kostenfunktion hat eine Steigerung von β_i oder γ_i keinen Einfluss auf die in t=0 antizipierte Prüfungsgebühr. Gegeben eine logarithmische Kostenfunktion haben eine Steigerung von β_i oder γ_i eine Verringerung der (in t=0 antizipierten) Prüfungsgebühr zur Folge.
- Für das Modell mit nachgelagerter Wahl der Aufdeckungsbemühungen gilt: Eine Steigerung von β_i führt sowohl bei einer linearen als auch bei einer logarithmischen Kostenfunktion zu einer Verringerung der Prüfungsgebühr, während eine Steigerung von γ_i bei linearen Kostenfunktionen zu einer Erhöhung der Prüfungsgebühr führt. Zwar sinkt der erwartete Disnutzen für den Fall „keine Aufdeckung", allerdings wird dieser Fall mit einer höheren Wahrscheinlichkeit erreicht, da der Manager seine Manipulationswahrscheinlichkeit verringert. Bei logarithmischen Kostenfunktionen kann eine Steigerung von γ_i sich sowohl positiv als auch negativ auf die Prüfungsgebühr auswirken.

4 Diskussion

An dieser Stelle sollen Modellannahmen hinterfragt und zusätzliche Aspekte genannt werden, die während der Analyse nicht beachtet worden sind.

Beeinflussung der Prüfungstechnologie/des Prüfungsvorgangs

Es stellt sich die Frage, ob die Förderung von Whistleblowing sich positiv auf die Abschlussprüfung auswirken könnte. Beispielsweise könnten Mitarbeiter während eines Prüfungszeitraums eine Meldung über eine Manipulation abgeben. Wenn diese Meldung zeitnah an den Wirtschaftsprüfer weitergegeben wird, wäre er eventuell in der Lage, diese zu verifizieren. So eine Beeinflussung des Prüfungsvorgangs könnte beispielsweise durch eine Erhöhung des Parameters a bei linearen oder b bei logarithmischen Kostenfunktionen dargestellt werden. C. p. senken sich dadurch für den Wirtschaftsprüfer die Grenzkosten der Aufdeckungswahrscheinlichkeit. Im Gleichgewicht würde der Manager daraufhin seine Manipulationswahrscheinlichkeit senken, wobei die gleichgewichtige Aufdeckungswahrscheinlichkeit gleichbleibt. Dies bedeutet, dass sowohl die Fehlerwahrscheinlichkeit als auch die Prüfungsgebühr sinken.[21]

Handlungen des Eigentümers

In dieser Modellstruktur wurde angenommen, dass der Eigentümer nach seiner Investitionsentscheidung keine weiteren Entscheidungen trifft, die das Verhalten des Managers und des Wirtschaftsprüfers beeinflussen. Maßnahmen, die zu einer Verringerung der Fehlerwahrscheinlichkeit führen, könnten durch andere Handlungen, wie zum Beispiel eine Erhöhung der variablen Entlohnung in einem optimalen Vertrag oder aber eine Veränderung des Informationssystems kompensiert werden.[22] In diesen Fällen wäre der Eigentümer eventuell bereit, für einen höheren Unternehmenswert eine höhere Manipulationswahrscheinlichkeit in Kauf zu nehmen.

(Zusätzliche) Geldflüsse oder Kosten

Es wurde gezeigt, dass eine Stärkung der Nachprüfungsaufdeckung sich verringernd auf die Fehlerwahrscheinlichkeit und die Prüfungsgebühr auswirken könnte. Allerdings besteht die Möglichkeit, dass aufgrund einer Whistleblowingmeldung der Eigentümer zusätzliche Kosten tragen muss, beispielweise wegen zusätzlicher Prüfungen oder Reputationsverlusten, die ihm widerfahren, da nachträgliche Aufdeckungen ein Zeichen dafür sein könnten, dass das unternehmenseigene interne Kontrollsystem versagt hat. Wenn dem so ist, könnten Meldungen aus der Sicht des Eigentümers unerwünscht sein. Von Interesse ist an dieser Stelle, ob er die Möglichkeit hat, Informationen zurückzuhalten. In diesem Fall könnte ein Commitment-Problem entstehen: Falls es sich nicht lohnen sollte, ex-post die Information bekanntzugeben, und die anderen Spieler dies antizipieren, dann hätte die Installation keinen Effekt auf deren Handlungen. Dieses Problem könnte durch den Staat gelöst werden, wenn er externe Whistleblowingmöglichkeiten anbietet.

[21] Siehe A.3 für ein Beispiel anhand der linearen Kostenfunktion.
[22] Siehe zum Beispiel Caskey/Laux (2017).

Auch zusätzliche Kosten des Wirtschaftsprüfers für den Fall, dass er die Maßnahmen zur Förderung des Whistleblowings im Rahmen einer Systembewertung überprüfen muss, wurden hier nicht weiter betrachtet.

Andere Interessengruppen

In diesem Modell wurde angenommen, dass nur ein Eigentümer Opfer einer Manipulation sein kann. In der Realität kann es durchaus sein, dass unterschiedliche Interessensgruppen von einer Manipulation betroffen sind, beispielsweise Banken, die eventuell anhand des Jahresabschlusses Entscheidungen treffen, oder auch der Staat selbst, dem durch „Tax Agressiveness" eventuell Steuerzahlungen verloren gehen. Haftungsbeschränkte Unternehmenseigentümer wären unter Umständen eventuell auch Nutznießer einer Manipulation. Von daher könnte es für den Staat zweckmäßig sein, Whistleblowing zu fördern, auch wenn der Eigentümer einer Unternehmung davon nicht profitiert.

5 Schlussfolgerung

In diesem Aufsatz wurde analysiert, wie sich die Förderung von Whistleblowing auf eine Manager-Wirtschaftsprüfer-Interaktion auswirken kann. Dazu wurde ein Modell in Anlehnung an Smith et al. (2000) formuliert, in dem ein Manager über seine Manipulationswahrscheinlichkeit entscheidet und ein Wirtschaftsprüfer über seine Aufdeckungswahrscheinlichkeit. Zusätzlich zum Prüfungszeitpunkt des Wirtschaftsprüfers gab es noch einen Vorprüfungs- und Nachprüfungsaufdeckungszeitpunkt.

Im Modell mit simultanem Handeln wurde angenommen, dass der Wirtschaftsprüfer vor einer etwaigen Vorprüfungsaufdeckung seine eigene Prüfungsaufdeckungswahrscheinlichkeit bestimmt. Die Vorprüfungs- und Nachprüfungsaufdeckungswahrscheinlichkeiten konnten durch den Unternehmenseigentümer gesteigert werden. Dabei wirken sich wahrscheinlichere Aufdeckungen einer Manipulation vor und nach der Prüfung negativ auf die Manipulationsanreize des Managers aus, da seine erwartete Bestrafung steigt, während sein erwarteter Nutzen sinkt. Auf diesen Umstand reagiert der Wirtschaftsprüfer, indem er seine gleichgewichtigen Aufdeckungsbemühungen senkt. Anders als beim Manager haben aus der Sicht des Wirtschaftsprüfers unterschiedliche Aufdeckungszeitpunkte unterschiedliche Effekte auf seine Prüfungsanreize: Eine Manipulationsaufdeckung nach einer misslungenen Prüfung ist mit Reputationsschäden verbunden. Daher führt eine wahrscheinlichere nachträgliche Aufdeckung einer Manipulation zu einem höheren Grenznutzen der Aufdeckungswahrscheinlichkeit aus Wirtschaftsprüfersicht, worauf der Manager mit einer Senkung seiner Manipulationswahrscheinlichkeit reagiert. Eine höhere Wahrscheinlichkeit einer Vorprüfungsaufdeckung dagegen führt für den Wirtschaftsprüfer c. p. zu einem geringeren Grenznutzen der Aufdeckungswahrscheinlichkeit, worauf der Manager, sofern der Wirtschaftsprüfer über eine lineare Kostenfunktion verfügt, mit einer Erhöhung seiner Manipulationswahrscheinlichkeit antwortet. Falls der Wirtschaftsprüfer allerdings über eine logarithmische Kostenfunktion verfügt, verringern sich wegen der Konvexität bei der Abnahme der gleichgewichtigen Aufdeckungswahrscheinlichkeit auch die Grenzkosten der Aufdeckungswahrscheinlichkeit, wobei die Abnahme der Grenzkosten der Abnahme des Grenznutzens entspricht. Daher kompensieren sich die beiden Effekte, so dass die Wahrscheinlichkeit der Vorprüfungsaufdeckung insgesamt keinen Effekt auf die Manipulationswahrscheinlichkeit hat.

In Model mit nachgelagerter Festlegung der Aufdeckungsbemühungen wurde angenommen, dass ein Wirtschaftsprüfer nach dem Vorprüfungsaufdeckungszeitpunkt zieht. Bevor er seine Prüfungsintensität festlegt, kann er daher ein Signal „(Vorprüfungs-)Aufdeckung“ oder „keine (Vorprüfungs-)Aufdeckung“ beobachten. Der Wirtschaftsprüfer muss daher Erwartungen über die Manipulationswahrscheinlichkeit formulieren und dieses dann bei Bekanntwerden der Information über die Aufdeckung aktualisieren. Eine Steigerung der Wahrscheinlichkeit der Vorprüfungsaufdeckung wirkt sich einerseits positiv aus, denn wenn eine Manipulation schon vor der Prüfung aufgedeckt wurde, wählt der Wirtschaftsprüfer eine Aufdeckungswahrscheinlichkeit von null und hat einen erwarteten Disnutzen von null. Andererseits hat sie einen negativen Effekt auf die Prüfungsanreize des Wirtschaftsprüfers für den Fall, dass keine Aufdeckung vor der Prüfung erfolgt ist. Gegeben „keine Aufdeckung“ ist sich der Wirtschaftsprüfer unsicher, ob eine Manipulation begangen worden ist. Eine höhere Wahrscheinlichkeit der Vorprüfungsaufdeckung bedeutet, dass man aus dem Ereignis „keine Aufdeckung“ darauf schließen kann, dass eher keine Manipulation begangen worden ist. Daher sinkt der Grenznutzen der Aufdeckungswahrscheinlichkeit für den Wirtschaftsprüfer, woraufhin der Manager im Gleichgewicht seine Manipulationswahrscheinlichkeit erhöht. Bezüglich der Vorteilhaftigkeit für den Eigentümer in t=0 sagt dies allerdings nur begrenzt etwas aus: Wenn die Wahrscheinlichkeit der Vorprüfungsaufdeckung steigt, steigt eventuell die Manipulationswahrscheinlichkeit. Potentiell wird daher eher der Knoten erreicht, in dem eine Manipulation erkannt wird, und der erwartete Disnutzen des Wirtschaftsprüfers daher null beträgt, weshalb die Prüfungsgebühr in t=0 sinkt. Dagegen wirkt sich ein Anstieg der Wahrscheinlichkeit der Nachprüfungsaufdeckung eventuell erhöhend auf die Prüfungsgebühr aus. Der Manager wird weniger manipulieren, was dazu führt, dass öfter für den Fall „keine Aufdeckung“ geprüft werden muss.

Es konnte gezeigt werden, dass die Förderung von Whistleblowing nicht unbedingt zu einer Verringerung der Fehlerwahrscheinlichkeit führt, und dass neben den Anreizen von Managern auch die von Wirtschaftsprüfern Beachtung finden müssen. Selbst wenn mehr Whistleblowing nicht zu einer Verringerung von Manipulationen führt, kann dessen Förderung dennoch für den Eigentümer einer Unternehmung von Vorteil sein, da eventuell so der erwartete Disnutzen eines Wirtschaftsprüfers verringert wird, wodurch wiederum Prüfungsgebühren eingespart werden können.

Literaturverzeichnis

ACFE (2014): REPORT TO THE NATIONS ON OCCUPATIONAL FRAUD AND ABUSE - 2014 GLOBAL FRAUD STUDY. Online verfügbar unter https://www.acfe.com/rttn/docs/2014-report-to-nations.pdf, zuletzt geprüft am 22.07.2017.

ACFE (2016): REPORT TO THE NATIONS ON OCCUPATIONAL FRAUD AND ABUSE - 2016 GLOBAL FRAUD STUDY. Online verfügbar unter https://www.acfe.com/rttn2016/docs/2016-report-to-the-nations.pdf, zuletzt geprüft am 22.07.2017.

Antle, Rick (1982): The Auditor As an Economic Agent. In: Journal of Accounting Research 20 (2), S. 503–527.

Butler, Jeffrey V.; Serra, Daniela; Spagnolo, Giancarlo (2017): Motivating Whistleblowers. Online verfügbar unter https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2970551, zuletzt geprüft am 03.07.2017.

Caskey, Judson; Laux, Volker (2017): Corporate Governance, Accounting Conservatism, and Manipulation. In: Management Science 63 (2), S. 424–437.

Central Intelligence Agency (o. J.): The World Factbook. Unter Mitarbeit von Central Intelligence Agency. Hg. v. Central Intelligence Agency. Online verfügbar unter https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/xx.html, zuletzt geprüft am 05.07.2017.

Dyck, Alexander; Morse, Adair; Zingales, Luigi (2010): Who Blows the Whistle on Corporate Fraud? In: The Journal of Finance 65 (6), S. 2213–2253.

European Commission (2018): Proposal for a DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL. Online verfügbar unter https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52018PC0218, abgerufen am 25.04.2018.

Ewert, Ralf (1993): Rechnungslegung, Wirtschaftsprüfung, rationale Akteure und Märkte. Ein Grundmodell zur Analyse der Qualität von Unternehmenspublikationen. In: Schmalenbachs Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung : Zfbf 45 (9), S. 715-747.

Fandel, Günter; Trockel, Jan (2011): A game theoretical analysis of an extended manager-auditor-conflict. In: *Zeitschrift für Betriebswirtschaft* 81 (4), S. 33–53.

Fellingham, John C.; Newman, D. Paul (1985): Strategic Considerations in Auditing. In: The Accounting Review 60 (4), S. 634–650.

Institut der Wirtschaftsprüfer (2012): IDW Prüfungsstandard 261: Feststellung und Beurteilung von Fehlerrisiken und Reaktionen des Abschlussprüfers auf die beurteilten Fehlerrisiken.

Kirstein, Roland (2005): Bayesian Monitoring. Online verfügbar unter https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=802264, zuletzt geprüft am 07.07.2017.

Kirstein, Roland (2014): Doping, the Inspection Game, and Bayesian Enforcement. In: Journal of Sports Economics 15 (4), S. 385–409.

Lee, Gladys; Xiao, Xinning (2018): Whistleblowing on accounting-related misconduct. A synthesis of the literature. In: Journal of Accounting Literature 41, S. 22–46.

Liyanarachchi, Gregory; Newdick, Chris (2009): The Impact of Moral Reasoning and Retaliation on Whistle-Blowing: New Zealand Evidence. In: Journal of Business Ethics 89 (1), S. 37–57.

Matsumura, Ella Mae; Tucker, Robert R. (1992): Fraud Detection: A Theoretical Foundation. In: The Accounting Review 67 (4), S. 753–782.

Miceli, Marcia P.; Near, Janet P. (1985): CHARACTERISTICS OF ORGANIZATIONAL CLIMATE AND PERCEIVED WRONGDOING ASSOCIATED WITH WHISTLE-BLOWING DECISIONS. In: Personnel Psychology 38 (3), S. 525–544.

Near, Janet P.; Miceli, Marcia P. (1985): Organizational dissidence: The case of whistle-blowing. In: Journal of Business Ethics 4 (1), S. 1–16.

Newman, Paul; Noel, James (1989): Error Rates, Detection Rates, and Payoff Functions in Auditing. In: Auditing: A Journal of Practice & Theory 8 (2), S. 50.

Patterson, Evelyn R. (1993): Strategic Sample Size Choice in Auditing. In: Journal of Accounting Research 31 (2), S. 272–293.

PricewaterhouseCoopers LLP (2016): Global Economic Crime Survey 2016. Online verfügbar unter https://www.pwc.com/gx/en/economic-crime-survey/pdf/GlobalEconomicCrimeSurvey2016.pdf, zuletzt geprüft am 03.07.2018.

Shibano, Toshiyuki (1990): Assessing Audit Risk from Errors and Irregularities. In: Journal of Accounting Research 28, S. 110–140.

Siggelkow, Benjamin Florian; Trockel, Jan; Dieterle, Oliver (2018): An inspection game of internal audit and the influence of whistle-blowing. In: Journal of Business Economics 88 (7), S. 883–914.

Smith, J. Reed; Tiras, Samuel L.; Vichitlekarn, Sansakrit S. (2000): The Interaction between Internal Control Assessment and Substantive Testing in Audits for Fraud. In: Contemporary Accounting Research 17 (2), S. 327–356.

Weber, Joseph; Willenborg, Michael; Zhang, Jieying (2008): Does Auditor Reputation Matter? The Case of KPMG Germany and ComROAD AG. In: Journal of Accounting Research 46 (4), S. 941–972.

White, Mary Jo (2015): The SEC as the Whistleblower's Advocate. Online verfügbar unter https://www.sec.gov/news/speech/chair-white-remarks-at-garrett-institute.html, abgerufen am 22.07.2017.

Anhang

A.1 Auswirkung einer Steigerung der Wahrscheinlichkeit der Vorprüfungsaufdeckung bei einer quadratischen Kostenfunktion

Die Zielfunktion des Wirtschaftsprüfers ist:

$$v_i^{A3} = -p_i(1-\beta_i)(1-q_i)\gamma_i D - \frac{1}{2}{q_i}^2$$

$$\frac{\partial v_i^{A3}}{\partial q_i} = p_i(1-\beta_i)\gamma_i D - q_i$$

Die Ableitung bei der Wahl des Gleichgewichtigen q_i ist:

$$\left.\frac{\partial v_i^{A3}}{\partial q_i}\right| q_i = 1 - \frac{P_D}{(1-\beta_i)(1-\gamma_i)(F+P_D)} = p_i(1-\beta_i)\gamma_i D - 1 + \frac{P_D}{(1-\beta_i)(1-\gamma_i)(F+P_D)} = 0$$

$$p_i = \frac{1}{(1-\beta_i)\gamma_i D} - \frac{P_D}{(1-\beta_i)^2(1-\gamma_i)\gamma_i D(F+P_D)} = \frac{1}{(1-\beta_i)\gamma_i D}\left(1 - \frac{P_D}{(1-\beta_i)(1-\gamma_i)(F+P_D)}\right)$$

Bei einer alleinigen Veränderung von β_i haben die Parameter einen γ_i, D, F und P_D Einfluss auf den Verlauf von p_i. Geben $(1-\beta_i)(1-\gamma_i) > \frac{P_D}{(F+P_D)}$ ist $p_i > 0$.

A.2 Auswirkungen einer logarithmischen Kostenfunktion im Modell mit nachgelagerter Wahl der Aufdeckungsbemühungen

Für logarithmische Kostenfunktionen gilt Ähnliches wie bei einer linearen Aufdeckungsfunktion. Die Prüfungsgebühr ist:

$$(1-\beta_i p_i) * (-v_{i,n}^{A2})$$

$$= \left(1 - \beta_i \frac{c(1-\gamma_i)(P_D+F)}{D * P_D * b * \gamma_i + c * \beta_i * (1-\gamma_i) * (P_D+F)}\right) * \left(\frac{c}{b} + \frac{c}{b} ln\left(\frac{(1-\gamma_i)(1-\beta_i)(P_D+F)}{P_D}\right)\right)$$

$$= \frac{D * P_D * b * \gamma_i}{D * P_D * b * \gamma_i + c * \beta_i * (1-\gamma_i) * (P_D+F)} * \left(\frac{c}{b} + \frac{c}{b} ln\left(\frac{(1-\gamma_i)(1-\beta_i)(P_D+F)}{P_D}\right)\right)$$

$$= \frac{D * P_D * \gamma_i * c * \left(ln\left(\frac{(1-\gamma_i)(1-\beta_i)(P_D+F)}{P_D}\right) + 1\right)}{D * P_D * b * \gamma_i + c * \beta_i * (1-\gamma_i) * (P_D+F)}$$

Ein Anstieg von β_i verringert die Prüfungsgebühr:

$$\frac{\partial(.)}{\partial\beta_i} = -\frac{D*P_D*\gamma_i*c*\left(c*(1-\beta_i)*(1-\gamma_i)*(P_D+F)*ln\left(\frac{(1-\gamma_i)(1-\beta_i)(P_D+F)}{P_D}\right)+c(1-\gamma_i)(P_D+F)+D*b*P_D*\gamma_i\right)}{(1-\beta_i)\left(D*P_D*b*\gamma_i+c*\beta_i*(1-\gamma_i)*(P_D+F)\right)^2} < 0$$

Interessanterweise kann ein Anstieg von γ_i im Modell mit nachträglicher Wahl der Aufdeckungsbemühungen zu einer Erhöhung oder Verringerung der Prüfungsgebühr führen: Das gleichgewichtige p_i und der gleichgewichtige Disnutzen sinken, wenn γ_i steigt. Grafisch gesehen werden die obersten beiden Äste in Abbildung 5 schwächer und der unterste stärker – es wird wahrscheinlicher, dass eine verringerte erwartete Disnutzen $v_{i,n}^{A2}$ für den Fall erscheint, dass vorher nicht manipuliert wurde. Dies muss entsprechend durch die Prüfungsgebühr kompensiert werden.

$$(1-\beta_i p_i) * \left(-v_{i,n}^{A2}\right)$$

$$\frac{\partial(.)}{\partial\gamma_i} = \frac{D*P_D*c\left(c\beta_i(1-\gamma_i)(P_D+F)ln\left(\frac{(1-\gamma_i)(1-\beta_i)(P_D+F)}{P_D}\right)+c\beta_i(1-\gamma_i)^2(P_D+F)-DbP_D{\gamma_i}^2\right)}{(1-\gamma_i)\left(DP_Db\gamma_i+c\beta_i(1-\gamma_i)(P_D+F)\right)^2}$$

Es kommt nun darauf an, wie sich im Zähler die beiden ersten Terme in der Klammer zum dritten in der Klammer verhalten.

A.3 Veränderung der Parameter a und b: Beispiel anhand einer linearen Kostenfunktion im Modell mit simultanem Handeln

$$\frac{\partial u_i^M}{\partial p_i} = \beta_i(-P_D) + (1-\beta_i)q_i(-P_D) + (1-\beta_i)(1-q_i)(\gamma_i(-P_D) + (1-\gamma_i)F\,) = 0$$

$$\Rightarrow q_i = 1 - \frac{P_D}{(1-\gamma_i)(1-\beta_i)(P_D+F)}$$

$$\frac{\partial v_i^{A1}}{\partial q_i} = p_i(1-\beta_i)\gamma_i D - \frac{c}{a} = 0 \Rightarrow\; p_i = \frac{c}{a(1-\beta_i)\gamma_i D}$$

$$\frac{\partial p_i}{\partial a} = -\frac{c}{a^2(1-\beta_i)\gamma_i D} < 0$$

$$R_i = \frac{c}{a\gamma_i D} * \frac{P_D}{(1-\beta_i)(P_D+F)} \to \frac{\partial R_i}{\partial a} = -\frac{c}{a^2\gamma_i D} * \frac{P_D}{(1-\beta_i)(P_D+F)} < 0$$

$$v_i^{A1} = -\frac{c}{a} \to \frac{\partial v_i^{A1}}{\partial a} = \frac{c}{a^2} > 0$$

Sowohl die Fehlerwahrscheinlichkeit als auch die Prüfungsgebühr sinken.

Otto von Guericke University Magdeburg
Faculty of Economics and Management
P.O. Box 4120 | 39016 Magdeburg | Germany

Tel.: +49 (0) 3 91 / 67-1 85 84
Fax: +49 (0) 3 91 / 67-1 21 20

www.fww.ovgu.de/femm

ISSN 1615-4274