

# **Analyzing University Spin-offs and Supporting Decision Making in New Venture Creation**

Inauguraldissertation  
zur Erlangung des akademischen Grades  
*Doctor rerum politicarum*  
vorgelegt und angenommen  
an der Fakultät für Wirtschaftswissenschaft  
der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Verfasser:	Benjamin B. Gansel
Geburtsdatum und -ort:	08. Februar 1977, Berlin
Arbeit eingereicht am:	31. Dezember 2007
Gutachter der Dissertation:	Prof. Dr. Matthias G. Raith Prof. i.R. Dr. Alfred Luhmer
Datum der Disputation:	20. November 2008

---

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	II
---------------------------------	----

<b>Verzeichnis der Abbildungen und Tabellen</b> .....	V
---	---

<b>Danksagung</b> .....	IX
-------------------------	----

## **Kapitel 1**

Einleitung .....	1
------------------	---

*Benjamin B. Gansel*

## **Kapitel 2**

Die Hochschule als regionaler Impulsgeber für

Unternehmensgründungen: Eine empirische Untersuchung des

Technologietransfers der Universität Magdeburg von 1990 bis 2004 .....	9
--	---

*Benjamin B. Gansel, Matthias G. Raith, Helge M. Wilker*

1. Einleitung .....	11
2. Instrumentalziele und bedingte Erfolgsaussichten .....	16
3. Die Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg als moderne Hochschule im Bundesland Sachsen-Anhalt .....	23
4. Ideen- und Technologietransfer in Form von Neugründungen .....	27
5. Zusammenfassung und Implikationen.....	37

## **Kapitel 3**

Die Hochschule als Brutstätte wachstumsstarker Unternehmen .....	40
--	----

*Benjamin B. Gansel, Matthias G. Raith, Helge M. Wilker*

1. Einleitung .....	41
---------------------	----

---

2. Wachstumsstarke Gründungen: Empirische Beobachtungen.....	44
3. Zur Erhebungsmethode.....	48
4. Regionale Auswirkungen .....	52
5. Die Einflüsse von Infrastruktur- und Fördermaßnahmen auf die regionalen Auswirkungen.....	59
6. Zusammenfassung und Diskussion .....	68

#### **Kapitel 4**

Financial Planning in Business Venturing .....	72
--	----

*Benjamin B. Gansel*

1. Introduction .....	73
2. The Appraisal Process .....	78
3. Planning of Financial Components .....	82
4. Planning of Cash Components .....	85
5. Pro Forma Financial Statements.....	88
6. Practical Implications .....	91
7. Discussion and Conclusion.....	94

#### **Kapitel 5**

Using Influence Diagrams as a Decision Aid in Business Venturing .....	97
--	----

*Benjamin B. Gansel*

1. Introduction .....	98
2. Foundations .....	102
3. An Illustrative Example.....	110
4. Conclusions and Future Research .....	129

#### **Kapitel 6**

Supporting Decisions on Gathering Information for New Venture

Profit Planning.....	134
----------------------	-----

*Benjamin B. Gansel*

---

1. The Mirage of Spreadsheet Applications in Business Venturing .....	135
2. From Conventional Spreadsheet Applications to Influence Diagram Models .....	140
3. Beyond Conventional Spreadsheet Applications: An Illustrative Example of an Influence Diagram Model .....	150
4. Practical Implications .....	163
5. Conclusion and Discussion.....	164

## **Anhang**

A Note on Influence Diagrams .....	168
------------------------------------	-----

*Benjamin B. Gansel*

1. Introduction .....	169
2. The Levels of Specification and the Meaning of Nodes .....	171
3. The Meaning of Arcs .....	175
4. Strengths and Weaknesses of Influence Diagrams.....	179
5. Conclusion and Discussion.....	182

<b>Literaturverzeichnis</b> .....	184
-----------------------------------	-----

Kapitel 1 .....	1
-----------------	---

Kapitel 2 .....	9
-----------------	---

Abstract.....	10
---------------	----

Einleitung .....	11
------------------	----

Instrumentalziele und bedingte Erfolgsaussichten .....	16
--	----

Die Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg als moderne Hochschule im Bundesland Sachsen-Anhalt .....	23
--	----

Ideen- und Technologietransfer in Form von Neugründungen .....	27
--	----

Zusammenfassung und Implikationen.....	37
--	----

Kapitel 3 .....	40
-----------------	----

Abstract.....	41
---------------	----

Einleitung .....	41
------------------	----

---

Wachstumsstarke Gründungen: Empirische Beobachtungen.....	44
Zur Erhebungsmethode.....	48
Regionale Auswirkungen .....	52
Die Einflüsse von Infrastruktur- und Fördermaßnahmen auf die regionalen Auswirkungen.....	59
Zusammenfassung und Diskussion .....	68
Kapitel 4 .....	72
Abstract.....	73
Introduction .....	73
The Appraisal Process .....	78
Planning of Financial Components .....	82
Planning of Cash Components .....	85
Pro Forma Financial Statements.....	88
Practical Implications .....	91
Discussion and Conclusion.....	94
Kapitel 5 .....	97
Abstract.....	98
Introduction .....	98
Foundations .....	102
The Meaning of Nodes .....	104
The Meaning of Arcs.....	106
The Process of Developing an Influence Diagram Model .....	108
An Illustrative Example.....	110
Conclusions and Future Research .....	129
Kapitel 6 .....	134
Abstract.....	135
The Mirage of Spreadsheet Applications in Business Venturing.....	135
From Conventional Spreadsheet Applications to Influence Diagram Models	140

---

Beyond Conventional Spreadsheet Applications: An Illustrative Example of an Influence Diagram Model.....	150
Practical Implications .....	163
Conclusion and Discussion.....	164
Anhang .....	168
Abstract.....	169
Introduction .....	169
The Levels of Specification and the Meaning of Nodes .....	171
The Meaning of Arcs .....	175
Strengths and Weaknesses of Influence Diagrams.....	179
Conclusion and Discussion.....	182
Literaturverzeichnis .....	184

---

## VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN UND TABELLEN

Abbildung 1: Aufbau dieser Dissertation und Forschungsschwerpunkte.....	5
Abbildung 2: Aufteilung der Gründungsmotivation nach Wachstumserwartungen .....	18
Abbildung 3: Aufteilung Anteil Gründungen von Hochschulabsolventen nach Wachstumserwartung.....	22
Abbildung 4: Unternehmensgründungen.....	31
Abbildung 5: Voll- und Teilzeitbeschäftigte .....	32
Abbildung 6: Durchschnittlich Gesamtbeschäftigte in 2004 eines im Jahr x gegründeten Unternehmens .....	33
Abbildung 7: Durchschnittliches Mitarbeiterwachstum seit Unternehmensgründung.....	35
Abbildung 8: Unternehmensgründungen.....	53
Abbildung 9: Heutige Voll- und Teilzeitbeschäftigte eines im Jahr x gegründeten Unternehmens .....	54
Abbildung 10: Durchschnittliche Anzahl Gesamtbeschäftigte und Maximalwert Gesamtbeschäftigte in 2005 eines im Jahr x gegründeten Unternehmens .....	56
Abbildung 11: Durchschnittliches Mitarbeiterwachstum seit Unternehmensgründung.....	57
Abbildung 12: Gründungen mit und ohne Infrastrukturmaßnahmen .....	61
Abbildung 13: Beschäftigte in Gründungen ohne Infrastrukturmaßnahmen (45 Gründungen) .....	62
Abbildung 14: Beschäftigte in Gründungen mit Infrastrukturmaßnahmen (25 Gründungen).....	63

---

Abbildung 15: Durchschnittliches Mitarbeiterwachstum der Unternehmen mit Infrastrukturmaßnahmen .....	64
Abbildung 16: Unternehmensgründungen im Bezug zum durchschnittlichen Mitarbeiterwachstum .....	65
Abbildung 17: Durchschnittliches Mitarbeiterwachstum seit Gründung mit und ohne Infrastrukturmaßnahmen.....	66
Tabelle 1: Durchschnittliches Wachstum der Gesamtbeschäftigten pro Jahr seit Gründung .....	33
Tabelle 2: Gruppierung nach durchschnittlichem Wachstum der Gesamtbeschäftigten pro Jahr seit Gründung.....	58
Tabelle 3: Durchschnittliches Wachstum der Gesamtbeschäftigten pro Jahr seit Gründung ohne Infrastrukturmaßnahmen.....	67
Tabelle 4: Durchschnittliches Wachstum der Gesamtbeschäftigten pro Jahr seit Gründung mit Infrastrukturmaßnahmen .....	67
Tabelle 5: Fördermaßnahmen und Infrastrukturmaßnahmen .....	68
Figure 1: Assumptions page and planning of financial components .....	84
Figure 2: Planning of cash components .....	87
Figure 3: Conceptual framework of financial planning in business venturing.....	91
Figure 4: Three levels of specification.....	104
Figure 5: Overview of the different types and meanings of arcs .....	108
Figure 6: First influence diagram (core problem).....	113
Figure 7: Solved decision tree for the core problem.....	115
Figure 8: Second influence diagram (extended problem).....	115
Figure 9: The conditional probability distribution of $\varphi_Y = \varphi(y x)$ .....	117



---

Figure 10: Abbreviated decision tree of the second influence diagram.....	118
Figure 11: Third influence diagram with a reliability variable.....	120
Figure 12: The probability tree with a reliability variable.....	121
Figure 13: Sensitivity analysis on prior probabilities $\varphi_x(h)$ , $\varphi_x(m)$ , and $\varphi_x(l)$ .....	123
Figure 14: Influence diagram with perfect information.....	124
Figure 15: Expected value of perfect information .....	126
Figure 16: Sensitivity analysis on the reliability of an opportunity analysis .....	129
Figure 17: Simplified pro forma income statement of New Venture Inc. as of December 31, 2008.....	141
Figure 18: Three levels of specification (illustrative).....	142
Figure 19: Deterministic diagram of the simplified income statement.....	143
Figure 20: Influence diagram of the simplified income statement .....	148
Figure 21: Revised influence diagram .....	153
Figure 22: Primary influence diagram .....	155
Figure 23: The probability tree with a reliability variable.....	159
Figure 24: Primary influence diagram with a reliability variable.....	160
Figure 25: Sensitivity analysis on the reliability of a market analysis.....	162
Figure 26: Pro forma income statement given a favorable market analysis result .....	164
Figure 27: Three levels of specification (illustrative) .....	172
Figure 28: Basic combinations of nodes and arcs .....	176
Figure 29: Chance nodes and arc reversal.....	177
Figure 30: Overview of the different types and meanings of arcs.....	179

---

Table 1: Description of nodes.....	113
Table 2: Prior probabilities and values .....	114
Table 3: Baseline forecasts of the entrepreneur.....	150
Table 4: Numerical values of the primary influence diagram.....	156
Table 5: Values of perfect information .....	157

---

## **DANKSAGUNG**

Ich möchte mich bei all denjenigen bedanken, die zur Entstehung dieser Arbeit beigetragen haben. An erster Stelle möchte ich meinem Doktorvater, Herrn Prof. Dr. Matthias Raith, ganz herzlich für die umfassende Unterstützung danken. Er hat meine Forschungsarbeit von Anfang an begleitet und stand mir mit seinen Erfahrungen sowie konstruktiven und wertvollen Ratschlägen zur Seite. Bedanken möchte ich mich auch bei Herrn Prof. i.R. Dr. Alfred Luhmer für wertvolle Anregungen und kritische Bemerkungen sowie die Übernahme des Zweitgutachtens. Mein Dank gilt auch allen Kolleginnen und Kollegen am Interaktionszentrum für Entrepreneurship.

Abschließend möchte ich meinen Eltern danken, die mich zu jeder Zeit während meines Studiums mit ihrer Kraft und Liebe unterstützt haben und damit meine Promotion erst ermöglicht haben. Auch meinem Bruder gilt mein Dank für viele kleine und große Hilfeleistungen. Ein ganz besonderer Dank gilt meiner Lebensgefährtin, Sina Heinemann, die mich unermüdlich unterstützt und motiviert hat, die alle Höhen und Tiefen meiner Promotion miterlebt hat und während der Promotionszeit auf unzählige gemeinsame Stunden verzichten musste.

# KAPITEL 1

---

## Einleitung

---

*Benjamin B. Gansel*

Im Jahr 1947 wurde in den U.S.A. der erste Kurs in Entrepreneurship – *Management of New Enterprises* – von Myles L. Mace an der Harvard Business School gehalten. Seitdem hat sich das akademische Interesse für Entrepreneurship mit rasantem Wachstum entwickelt: rund 50 Jahre später werden in den U.S.A. auf dem Gebiet Entrepreneurship mehr als 2.200 Kurse an über 1.600 Colleges und Universitäten angeboten sowie in über 44 englischsprachig begutachteten akademischen Journalen veröffentlicht. Hinzu kommen über 100 etablierte Entrepreneurship Zentren in den Vereinigten Staaten (Katz, 2003).

Einhergehend mit der akademischen Entwicklung hat sich Entrepreneurship zu einer der stärksten ökonomischen Kraft in den letzten beiden Jahrzehnten entwickelt (Kuratko, 2005). Nach Edward P. Lazear (2002, S. 1) ist der Entrepreneur „... the single most important player in a modern economy.“ So werden die meisten Arbeitsplätze nicht mehr von den großen Unternehmen, sondern in zunehmendem Maße von den neuen, insbesondere den wachstumsstarken Unternehmen generiert (Audretsch, 2002).<sup>1</sup> Basierend auf diesen Erkenntnissen hat beispielsweise die Europäische Kommission ein Grünbuch zum *Unternehmergeist in Europa* veröffentlicht, mit dem Ziel, das unternehmerische Wirken in Europa effektiver zu fördern.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Vergleiche beispielsweise für europäische Länder und U.K. Gallagher & Stewart (1986), Storey (1994), Konings (1995), Fölster (2000), Hohti (2000) und Heshmati (2001); für U.S.A. Birch (1979), Davis, Haltiwanger & Schuh (1996) und Davidsson, Lindmark & Olofsson (1998); für High-Expectation Entrepreneurship Autio (2005).

<sup>2</sup> Vergleiche Europäische Kommission (2003). In 2006 erschien ein *Entrepreneurship Action Plan* zur Implementierung (European Commission, 2006).

Demnach hat Entrepreneurship in verschiedenen akademischen Disziplinen und in der Praxis stärker an Bedeutung gewonnen. Aus diesem Grund gilt es, ausgewählte Fragestellungen im Zusammenhang mit Unternehmensgründungen intensiver zu untersuchen. Dabei werden in der vorliegenden Arbeit zunächst Unternehmensgründungen aus der Hochschule (University Spin-offs) analysiert. Hier liegt der Fokus auf der Fragestellung, welchen Einfluss die Nähe zum universitären Umfeld auf den Gründungserfolg und die Wachstumsstärke hat. Anlass hierfür war die Erkenntnis, dass die Wahrscheinlichkeit für einen Hochschulabsolventen, ein potenziell wachstumsstarkes Unternehmen zu gründen, fast doppelt so hoch ist wie für jemanden ohne Hochschulabschluss (Gansel, Raith & Wilker, 2005). Diese Thematik bildet den ersten Forschungsschwerpunkt dieser Arbeit – *Analyzing University Spin-offs*.

Der zweite Forschungsschwerpunkt zielt auf einen kritischen Erfolgsfaktor in der Gründung eines Unternehmens ab: die Finanzplanung eines neugegründeten Unternehmens und der damit zusammenhängenden kritischen Investitions- und Finanzierungsentscheidungen. Die derzeitige Literatur liefert nur eingeschränkt Methoden, die Entrepreneure unterstützen, das Ausmaß gegenwärtiger Investitions- und Finanzierungsentscheidungen abzuschätzen. Zudem liegt das Hauptziel der bestehenden Planungsansätze für Entrepreneure in der Generierung von Planjahresabschlüssen und nicht in der Unterstützung von Entscheidungen. Auf diese Schwachpunkte wird im zweiten Forschungsschwerpunkt dieser Arbeit – *Financial Planning* – durch die Entwicklung eines Ansatzes zur Finanzplanung für Unternehmensgründer eingegangen. Dabei bietet der entwickelte Finanzplanungsansatz eine dynamische, den

Unternehmensverlauf beschreibende Quantifizierung der Unternehmensstrategie, welcher Entscheidungen im Gründungsprozess unterstützt.

Aufbauend auf dem zweiten Schwerpunkt geht der dritte Forschungsschwerpunkt dieser Arbeit der Frage nach, wie Entrepreneurure in kritischen Entscheidungssituationen, die durch ein hohes Maß an Komplexität und Unsicherheit gekennzeichnet sind, unterstützt werden können. Gerade hier sind systematische Verfahren und analytische Methoden notwendig, die unklare Entscheidungsprobleme in eine Sequenz von transparenten Schritten umwandeln. Es wird gezeigt, wie Teile der Finanzplanung und strategische Entscheidungsprobleme von Unternehmensgründern durch den Einsatz von analytischen Methoden operationalisiert werden können. Auch stellt sich für einen angehenden Gründer oft die Frage nach der Beurteilung von Handlungsalternativen – beispielsweise für einen Hochschulabsolventen die Alternativen Selbstständigkeit und Festanstellung. Hier sind für die Modellierung gerade die Beobachtungen aus dem ersten Schwerpunkt der Arbeit von University Spin-offs für die Entwicklung eines vertieften Verständnisses von Unternehmensgründungen bedeutend. Der präskriptive Ansatz in der Entscheidungstheorie bietet praktikable Verfahren, welche dem Ziel der Entscheidungsunterstützung gerecht werden. Dies ist der dritte Forschungsschwerpunkt dieser Arbeit – *Supporting Decision Making in New Venture Creation*. Dabei wird die Verbindung zwischen dem zweiten und dritten Forschungsschwerpunkt in einer entscheidungsunterstützenden Finanzplanung für Unternehmensgründer gewürdigt.

Die genannten drei Forschungsschwerpunkte der vorliegenden Arbeit sind im Rahmen einzelner Artikel bearbeitet. Dabei besteht ein Kapitel aus einem eigenständigen, in sich geschlossenen Artikel. Jeder Artikel ist an die Struktur eines Journalbeitrags angelehnt.

Er beinhaltet eine Zusammenfassung, eine Einleitung sowie einen Schluss mit Fazit und Ausblick. Auch sind der Gang der Untersuchung, die verwendete Methodik und die Ergebnisse in jedem Artikel enthalten. Die jeweiligen Artikel sind bereits veröffentlicht (in referierten Journalen, Buchbeiträgen und Conference Proceedings) oder noch im Begutachtungsprozess. In Abbildung 1 ist der Aufbau dieser Dissertation anhand der drei Forschungsschwerpunkte dargestellt. Dabei ist jedem Forschungsschwerpunkt das entsprechende Kapitel mit dem Titel des Artikels zugewiesen. Überschneidungen ergeben sich für Kapitel 6 und den Anhang. Außer Kapitel 2 und 3 sind alle Beiträge in englischer Sprache verfasst. Auch sind Kapitel 2 und 3 in Koautorenschaft geschrieben.

AUFBAU DIESER DISSERTATION UND FORSCHUNGSSCHWERPUNKTE		
Analyzing University Spin-offs	Financial Planning	Supporting Decision Making in New Venture Creation
<p><b>Kapitel 2</b>                      Die Hochschule als regionaler Impulsgeber für Unternehmensgründungen</p>	<p><b>Kapitel 4</b>                      Financial Planning in Business Venturing</p>	<p><b>Kapitel 5</b>                      Using Influence Diagrams as a Decision Aid in Business Venturing</p>
<p><b>Kapitel 3</b>                      Die Hochschule als Brutstätte wachstumsstarker Unternehmen</p>	<p><b>Kapitel 6</b>                      Supporting Decisions on Gathering Information for New Venture Profit Planning</p>	
	<p><b>Anhang</b>                      A Note on Influence Diagrams</p>	

Abbildung 1: Aufbau dieser Dissertation und Forschungsschwerpunkte

Die Artikel in *Kapitel 2* und *3* untersuchen die regionalen Auswirkungen des Ideen- und Technologietransfers von Unternehmensgründungen aus der Hochschule. Dabei liegt ein besonderer Fokus auf potenziell wachstumsstarke Gründungen. Da Unternehmensgründungen aus der Hochschule häufig im Umfeld der Hochschule angesiedelt sind, ist ein sichtbarer Effekt auf die Entwicklung des regionalen



Arbeitsmarktes zu erwarten. In *Kapitel 2* werden Gründungen aus der Hochschule als Indikator für Wachstumsstärke am Beispiel der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg für den Zeitraum von 1990 bis 2004 untersucht. Von besonderem Interesse ist der Einfluss von Infrastruktur- und Ausbildungsmaßnahmen auf die Quantität und Qualität von Unternehmensgründungen.

In *Kapitel 3* wird der Erhebungszeitraum um ein Jahr auf 2005 erweitert. Der Schwerpunkt dieses Artikels liegt auf den regionalen Arbeitsmarkteffekten von potenziell wachstumsstarken Unternehmensgründungen aus der Hochschule. Zudem werden die Einflüsse von Teamgründungen und die Auswirkungen von Infrastrukturmaßnahmen und Fördermaßnahmen sowie deren Kombination im Hinblick auf Wachstumsstärke analysiert. Die Kenntnis der Wirksamkeit dieser Faktoren liefert zugleich konkrete Ansatzpunkte für eine auf Hochschulen konzentrierte Förderpolitik.

*Kapitel 4* bietet einen Planungsansatz für Unternehmensgründer, der über die bestehenden Ansätze hinausgeht. Dabei liefert die Finanzplanung eine dynamische, den Unternehmensverlauf beschreibende Quantifizierung, die Entscheidungen im Gründungsprozess unterstützt. Der Planungsprozess unterteilt sich in logische, aufeinander aufbauende Komponenten, der zu Beginn eine iterative Abschätzung verlangt und es am Ende ermöglicht, basierend auf den sequenziellen Planungskomponenten, eine Planbilanz, Plangewinn- und Verlustrechnung und Cashflow-Planung zu generieren. Letztere werden aus den einzelnen Planungskomponenten extrahiert. Zusätzlich sind Konsistenz und Robustheit des Finanzplans durch die Anwendung analytischer Methoden wie z.B. Sensitivitäts- und Szenarioanalysen überprüfbar.

Basierend auf der Erkenntnis, dass kritische Situationen im Gründungsprozess durch ein hohes Maß an Komplexität and Unsicherheit gekennzeichnet sind, ist es das Ziel des Artikels in *Kapitel 5*, einen Anstoß für eine intensivere Forschung und Entwicklung von entscheidungsunterstützenden Verfahren für strategische Entscheidungsprobleme von Entrepreneuren zu geben. Die Umsetzung präskriptiver Entscheidungstheorie erfolgt anhand des Problems der Berufswahl – eine entrepreneurische Gelegenheit zu ergreifen oder ein abhängiges Beschäftigungsverhältnis zu wählen. Eine geeignete entscheidungsanalytische Methode, welche die Strukturierung eines Problems und komplexe Entscheidungen unterstützt, sind Einflussdiagramme. Basierend auf dem entwickelten Einflussdiagramm zur Berufswahl eines Entrepreneurs wird der Wert möglicher realer Handlungsalternativen bestimmt, bevor eine spezifische (optimale) Strategie umgesetzt wird. Auch wird ein minimales Qualitätsniveau für die Gewinnung entscheidungsrelevanter Informationen ermittelt, unterhalb dessen sich die optimale Strategie nicht verändert.

*Kapitel 6* geht ein Schritt weiter und kombiniert den zweiten und dritten Forschungsschwerpunkt. Die derzeit bestehende Literatur in Entrepreneurship propagiert Finanzplanungsmodelle basierend auf Tabellenkalkulationsprogrammen (wie z.B. Microsoft Excel). Diese liefern im Gründungsprozess in komplexen Entscheidungssituationen unter Unsicherheit, nur ein eingeschränktes Maß an Anwendbarkeit und mangelnde Unterstützung dieser Entscheidungen. Hier entwickelt der Artikel in Kapitel 6 einen entscheidungsunterstützenden Ansatz am Beispiel der Planung der Gewinn- und Verlustrechnung basierend auf Methoden der präskriptiven Entscheidungstheorie. Auch wird der Wert möglicher Handlungsalternativen innerhalb

einer Gewinn- und Verlustrechnung bestimmt und das minimale Qualitätsniveau für die Gewinnung entscheidungsrelevanter Informationen für einzelne Positionen bzw. Variablen in der Gewinn- und Verlustrechnung ermittelt. Auf Basis eines Einflussdiagramms kann jetzt ein Gewinn- und Verlustrechnungsplan extrahiert werden, der dem logischen Ergebnis des modellierten Entscheidungsprozesses des Unternehmensgründers entspricht.

Der *Anhang* liefert die methodischen Grundlagen für die Anwendung von Einflussdiagrammen. Der Artikel entwickelt eine für die anderen Kapitel anwendbare Definition von Einflussdiagrammen, mit einem Fokus auf die unterschiedliche Bedeutung von Knoten und Pfeilen sowie deren Beziehungen zueinander. Dabei wird zwischen der graphischen, funktionalen und numerischen Ebene von Einflussdiagrammen unterschieden.

# KAPITEL 2

---

**Die Hochschule als regionaler Impulsgeber für**

**Unternehmensgründungen:**

**Eine empirische Untersuchung des Technologietransfers der**

**Universität Magdeburg von 1990 bis 2004\***

---

*Benjamin B. Gansel, Matthias G. Raith, Helge M. Wilker*

---

\* FEMM Working Paper Serie, Nr. 21/2005, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg. Frühere Version erschienen in: E. J. Schwarz, R. Harms (Hg.), Integriertes Ideenmanagement: Betriebliche und überbetriebliche Aspekte unter besonderer Berücksichtigung kleiner und junger Unternehmen, 2005, Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag.

## **Abstract**

Die Schaffung von Arbeitsplätzen gilt als ein Fundamentalziel der Wirtschaftspolitik. Dementsprechend sollte auch die Förderpolitik auf die Gründung wachstumsstarker Unternehmen ausgerichtet sein. Da Wachstumsstärke ex ante nur schlecht messbar ist, stellt sich die Frage nach geeigneten Indikatoren für die Förderung. In diesem Beitrag untersuchen wir Unternehmensgründungen aus der Hochschule als Indikator für Wachstumsstärke. Anhand der Daten des Global Entrepreneurship Monitor Länderberichts Deutschland für das Jahr 2004 zeigen wir zunächst, dass die Wahrscheinlichkeit für einen Hochschulabsolventen, ein potenziell wachstumsstarkes Unternehmen zu gründen, fast doppelt so hoch ist wie für jemanden ohne Hochschulabschluss. Da Gründungen aus der Hochschule häufig im Umfeld der Hochschule angesiedelt sind, ist ein sichtbarer Effekt auf die Entwicklung des regionalen Arbeitsmarktes zu erwarten. Als Beispiel analysieren wir den Technologietransfer der Universität Magdeburg in Form von Neugründungen für den Zeitraum von 1990 bis 2004. Von besonderem Interesse ist der Einfluss von Infrastruktur- und Ausbildungsmaßnahmen auf die Quantität und Qualität von Unternehmensgründungen. Unsere Analyse suggeriert, dass wachstumsstarke Gründungen eine entsprechende Infrastruktur erfordern, aber nicht nachhaltig dadurch generiert werden können. Nachhaltigkeit erfordert vielmehr eine auf Gelegenheiten ausgerichtete Gründerunterstützung in Form von Ausbildung und Begleitung.

## 1. Einleitung

Der Global Entrepreneurship Monitor 2004 (GEM) analysiert und vergleicht Gründungsaktivitäten weltweit zwischen 34 Ländern (Acs, et al., 2005).<sup>3</sup> Dies ermöglicht es nicht nur, Trends in Deutschland aufzudecken, sondern diese auch im Quervergleich zu werten. Im Fokus der Untersuchungen des GEM stehen zwei Personengruppen im Alter von 18-64 Jahren. Dies sind zum einen die „Young Entrepreneurs“, so genannte *Jungunternehmer*, die an einem jungen aber bereits bestehenden Unternehmen beteiligt sind, und zum anderen die „Nascent Entrepreneurs“, d.h. *angehende Gründer*, die sich mit der Gründung noch befassen. Beide Personengruppen zusammen machen die „Total Entrepreneurial Activity“ (TEA) eines Landes aus. Im Verhältnis zur gesamten Gruppe zwischen 18-64 Jahren lag in Deutschland die TEA-Gründerquote 2004 bei 5,07 Prozent, womit Deutschland nur auf Platz 24 unter den 34 betrachteten Ländern rangiert (Sternberg & Lückgen, 2005).<sup>4</sup>

Hinsichtlich der Gründungsmotive unterscheidet der GEM zwischen „Opportunity Entrepreneurship“, d.h. *Gelegenheitsgründungen*, die hauptsächlich dem Ziel der Ausschöpfung einer Geschäftsidee folgen, und „Necessity Entrepreneurship“, so genannten *Verlegenheitsgründungen*, die primär das Resultat mangelnder Erwerbsalternativen sind. Ausgehend von dieser Unterscheidung weist Deutschland für

---

<sup>3</sup> Der entsprechende Global Entrepreneurship Monitor Länderbericht Deutschland 2004 (GEM Deutschland) führt ähnliche Untersuchungen ausschließlich für Deutschland durch (Sternberg & Lückgen, 2005). Die folgenden Ausführungen sind in Anlehnung an die beiden genannten Veröffentlichungen.

<sup>4</sup> Acs et. al. (2005) beziffern für Deutschland die TEA-Gründerquote 2004 mit 4,5.

die angehenden Gründer eine Quote von 2,2 zu 1 aus, d.h. auf eine Verlegenheitsgründung kommen gerade etwas mehr als zwei Gelegenheitsgründungen. Nach dem GEM Deutschland weist keines der aufgeführten Referenzländer ein ungünstigeres Verhältnis aus.<sup>5</sup> Setzt man den Quotienten aus TEA-Gelegenheits- und TEA-Verlegenheitsgründungen in Beziehung zu dem Bruttoinlandsprodukt (BIP) pro Kopf, so ist beim internationalen Vergleich allgemein ein positiver Zusammenhang zu erkennen (Sternberg & Lückgen, 2005). Im Gegensatz hierzu ist in Deutschland das Verhältnis von Gelegenheits- zu Verlegenheitsgründungen so niedrig wie sonst nur in Entwicklungsländern. Auch eine Trendwende ist nicht in Sicht, denn der Quotient ist über die letzten Jahre gesunken, was primär auf die sinkende Anzahl von Gelegenheitsgründungen zurückzuführen ist.

Vergleicht man die angehenden Gründer in den neuen und alten Bundesländern, sind auch hier Unterschiede deutlich erkennbar (Sternberg & Lückgen, 2005): Die neuen Länder haben eine Abnahme der Gelegenheitsgründungen von einem Prozentpunkt zu verzeichnen, während der Anteil in den alten Bundesländern erstmals seit dem Jahr 2001 leicht zugenommen hat. Analog dazu sind Verlegenheitsgründungen in den neuen Ländern relativ häufiger und nahmen stärker zu als in den alten Ländern. Dies ist unter anderem auf die Zunahme der so genannten Ich-AGs zurück zu führen, die überwiegend zu den Verlegenheitsgründungen zählen. Ohne diese Gründungen aus mangelnden Erwerbsalternativen wären die Gründungsaktivitäten insgesamt in den neuen Ländern

---

<sup>5</sup> Die entsprechenden Referenzwerte sind für Belgien 19,00 zu 1, Finnland 10,15 zu 1, Japan 7,80 zu 1, Niederlande 8,00 zu 1, Spanien 8,00 zu 1 und USA 5,85 zu 1 (Sternberg & Lückgen, 2005).

noch stärker gesunken. Kritisch zu hinterfragen ist aber immer die Nachhaltigkeit derartiger Gründungen.

Als Ergebnis der bisherigen GEM-Analyse ist festzuhalten, dass in Deutschland verhältnismäßig weniger gegründet wird als in anderen Ländern mit vergleichbarer Wirtschaftsstruktur. Dabei ist der Anteil der Gründungen, die durch Verfolgung einer Gelegenheit motiviert sind, so klein wie in kaum einem anderen Industrieland. Eine Trendumkehr ist nur unter Erhöhung des relativen Anteils der TEA-Gelegenheitsgründungen möglich.

Wenn aber in Deutschland eine Gelegenheit umgesetzt wird, werden offensichtlich die Wachstumschancen höher eingeschätzt als in anderen Ländern. Denn neben den tendenziell ungünstigen Vergleichsergebnissen ist als beachtenswerte Stärke für Deutschland zu verzeichnen, dass ein Viertel aller Gründungen als potenziell wachstumsstark eingeschätzt werden. Deutschland liegt damit gut fünf Prozentpunkte über dem Durchschnitt aller GEM-Länder. Der Definition des GEM Deutschland zufolge liegt eine potenziell wachstumsstarke Gründung dann vor, wenn befragte angehende Gründer oder Jungunternehmer erwarten, innerhalb von fünf Jahren mehr als 19 Arbeitsplätze geschaffen zu haben (Sternberg & Lückgen, 2005). Bei dieser Definition muss allerdings berücksichtigt werden, dass kaum ein angehender Gründer oder Jungunternehmer erwarten wird, mit der eigenen Gründung zu scheitern. Die Erwartungen unterliegen häufig einer Selbstüberschätzung (overconfidence) der realen Entwicklung (vgl. z.B. Keh, Foo & Lim, 2002, Simon & Houghton, 2000), denn rein statistisch wird man davon ausgehen können, dass viele von ihnen die ersten fünf Jahre nicht überstehen. Für förderpolitische Zwecke ist die reine Wachstumserwartung somit



nur von begrenzter Aussagekraft. Dennoch kann man davon ausgehen, dass hohe Wachstumserwartungen der Gründer einen positiven Einfluss auf das tatsächliche Wachstum ihrer Unternehmen haben werden.

Wird Wachstumsstärke mit der Schaffung von Arbeitsplätzen verbunden, sollte dies in Zeiten eines stagnierenden Arbeitsmarkts als eines der Fundamentalziele der Förderpolitik betrachtet werden. Wachstumsstärke kann, so gemessen, aber nur ex-post und nicht in der Gründungsphase beobachtet werden. Zur Förderung wachstumsstarker Unternehmensgründungen müssen daher Instrumentalziele – Ziele ohne Selbstzweck, die aber einem übergeordneten Fundamentalziel dienen und ex ante beobachtbar sind – herangezogen werden (Ackoff, 1978, Keeney, 1992). Diesen Aspekt wollen wir in dem vorliegenden Beitrag weiter thematisieren.

Anhand der Daten des GEM Deutschland vergleichen wir in Abschnitt 2 zunächst zwei alternative Instrumentalziele. Das eine Ziel ist der Anteil der Gründungen die durch Verfolgung einer Gelegenheit motiviert sind, denn dieses Motiv gilt allgemein als wichtiger Indikator für starke Wachstumsaussichten. Wir können dies durch geeignete Interpretation der Daten des GEM Deutschland bestätigen. Die Wahrscheinlichkeit, dass bei einer Gelegenheitsgründung ein wachstumsstarkes Unternehmen erwartet wird, ist auf Grundlage der Ergebnisse des GEM Deutschland um 47% höher als bei einer Verlegenheitsgründung. Als zweites Instrumentalziel fokussieren wir den Anteil der Gründungen aus Hochschulen. Im Jahr 2004 wiesen Personen mit Hochschulabschluss mit 5,54% den höchsten Anteil an angehenden Gründern auf (Sternberg & Lückgen, 2005). Beachtenswert in diesem Zusammenhang ist auch die Beobachtung, dass die Gründungsneigung unter Hochschulabsolventen fast doppelt so hoch ist wie beim Rest

der Bevölkerung (Arenius & De Clercq, 2005, Sternberg & Lückgen, 2005). Anhand der vorliegenden Daten des GEM Deutschland stellen wir fest, dass die Wahrscheinlichkeit, mit der bei einem Hochschulgründer ein wachstumsstarkes Unternehmen erwartet wird, fast doppelt so hoch ist wie bei einem Nicht-Hochschulabsolventen. Gründungen vollzogen von Hochschulabsolventen sind somit ein stärkerer Indikator für hohe Wachstumserwartungen als Gründungen motiviert durch die Umsetzung einer Gelegenheit. Hinzu kommt, unter dem Gesichtspunkt der Operationalisierung, dass das Ziel der Gründung aus Hochschulen förderpolitisch leichter zu verfolgen ist als das Ziel der Gelegenheitsgründung.

Zur Untermauerung unserer Überlegungen basierend auf den GEM-Studien betrachten wir in Abschnitt 3 den konkreten Fall der Gründungsaktivitäten im Umfeld der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg. Die Stadt Magdeburg ist die Landeshauptstadt von Sachsen-Anhalt, mit einer Arbeitslosenquote 2004 in Höhe von 21% und einer allgemeinen Gründungsaktivität, die charakteristisch ist für die GEM-Analyse der neuen Bundesländer. Die Universität Magdeburg wurde im Landeswettbewerb der Universitäten und Fachhochschulen zweimal hintereinander (für die Jahre 2003 und 2004) zur gründungsfreundlichsten Hochschule des Landes Sachsen-Anhalt gewählt. Dieser bemerkenswerte Kontrast gibt uns Anlass, in Abschnitt 4 den Ideen- und Technologietransfer der Universität Magdeburg in Form von Neugründungen zu analysieren. Der Untersuchungszeitraum erstreckt sich von 1990 bis 2004. Von besonderem Interesse war für uns die Frage, welchen Einfluss Infrastruktur- und Ausbildungsmaßnahmen auf die Quantität (Anzahl) und Qualität (Nachhaltigkeit) von Unternehmensgründungen haben.

Betrachtet man Gründungen aus der Hochschule als geeignetes Instrumentalziel zur Förderung wachstumsstarker Gründungen, so lassen sich aus unserer Untersuchung untergeordnete Instrumentalziele zur Operationalisierung einer entsprechenden Förderpolitik ableiten. Konkrete Handlungsempfehlungen zur Ausgestaltung einer hochschulorientierten Förderpolitik sind Gegenstand des abschließenden Abschnitts. Die Resultate unserer Analyse bestätigen den allgemeinen Aufruf nach verstärkter Förderung der Hochschulen in Deutschland zur Generierung eines nachhaltigen Wirtschaftswachstums. Der Unterschied bei unseren Empfehlungen liegt jedoch in der Ausrichtung der Hochschulförderung. Aus wirtschaftspolitischer Sicht sollte neben der Grundlagenforschung verstärkt der Ideen- und Technologietransfer durch Gründungen aus der Hochschule ausgebaut und institutionalisiert werden.

## **2. Instrumentalziele und bedingte Erfolgsaussichten**

Da das Wirtschaftswachstum – und damit die Lage am Arbeitsmarkt – mittelbar durch die Gründung wachstumsstarker Unternehmen beeinflusst wird, kann es als Fundamentalziel einer hypothetischen Förderpolitik angesehen werden, die Anzahl dieser Gründungen zu erhöhen. Leider gibt es noch keine anerkannte Möglichkeit, wachstumsstarke Gründungs-vorhaben direkt zu initiieren. Es stellt sich deshalb die Frage, ob es hierfür, beispielsweise im Rahmen einer hypothetischen Förderpolitik, praxisnah verwendbare aussagefähige Indikatoren gibt, die als Instrumentalziele taugen – solche Ziele, die zur Erreichung des Fundamentalziels Wachstum hinführen. Anhand des GEM Deutschland vergleichen wir in diesem Abschnitt die beiden Indikatoren *Gründungsmotiv* und *Bildungsabschluss*.

Anhand des GEM Deutschland lässt sich die Gründungsaktivität (Total Entrepreneurship Activity, TEA) unter mehreren Gesichtspunkten differenzieren. Eine wesentliche Unterscheidung betrifft potenziell wachstumsstarke versus nicht wachstumsstarke Unternehmensgründungen. Entsprechend der Gründungsmotive wird unterschieden zwischen Gelegenheits- und Verlegenheitsgründern. Betrachtet man den Bildungsabschluss der Gründer, dann erkennt der GEM Gründer mit und ohne Hochschulabschluss. Für alle drei genannten Unterteilungen der Gründungsaktivität liefert der GEM Deutschland Daten, aus denen sich interessante Schlussfolgerungen zu der im vorigen Abschnitt gestellten Frage nach Indikatoren ziehen lassen.

Nach Definition des GEM Deutschland liegt eine „wachstumsstarke Gründung“ dann vor, wenn der befragte angehende Gründer oder Jungunternehmer die Erwartung ausdrückt, innerhalb von fünf Jahren mehr als 19 Arbeitsplätze zu schaffen. Laut GEM Deutschland gelten 24,3% aller Gründungen oder Gründungsvorhaben in Deutschland als potenziell wachstumsstark. Der Ereignisbaum in Abbildung 2 beschreibt die weitere Aufteilung der potenziell wachstumsstarken ( $W$ ) und der nicht wachstumsstarken ( $\bar{W}$ ) Unternehmensgründungen nach der Gründermotivation. Gelegenheitsgründungen ( $G$ ) machen einen Anteil von 75,7% der potenziell wachstumsstarken Gründungen aus, während dieser Anteil bei den nicht potenziell wachstumsstarken Gründungen 65,6% beträgt (Sternberg & Lückgen, 2005). Wir interpretieren diese relativen Häufigkeiten als bedingte Wahrscheinlichkeiten, unter den potenziell wachstumsstarken bzw. nicht wachstumsstarken Unternehmen Gelegenheitsgründer zu finden, und kennzeichnen diese durch  $P(G|W)$  bzw.  $P(G|\bar{W})$ . Interessant ist hier die Beobachtung  $P(G|W) > P(G|\bar{W})$ , d. h. Gelegenheitsgründer sind häufiger unter den potenziell

wachstumsstarken als unter den nicht wachstumsstarken Unternehmen zu finden. Entsprechend findet man bei den nicht potenziell wachstumsstarken Unternehmen einen größeren Anteil von Verlegenheitsgründern ( $V$ ).

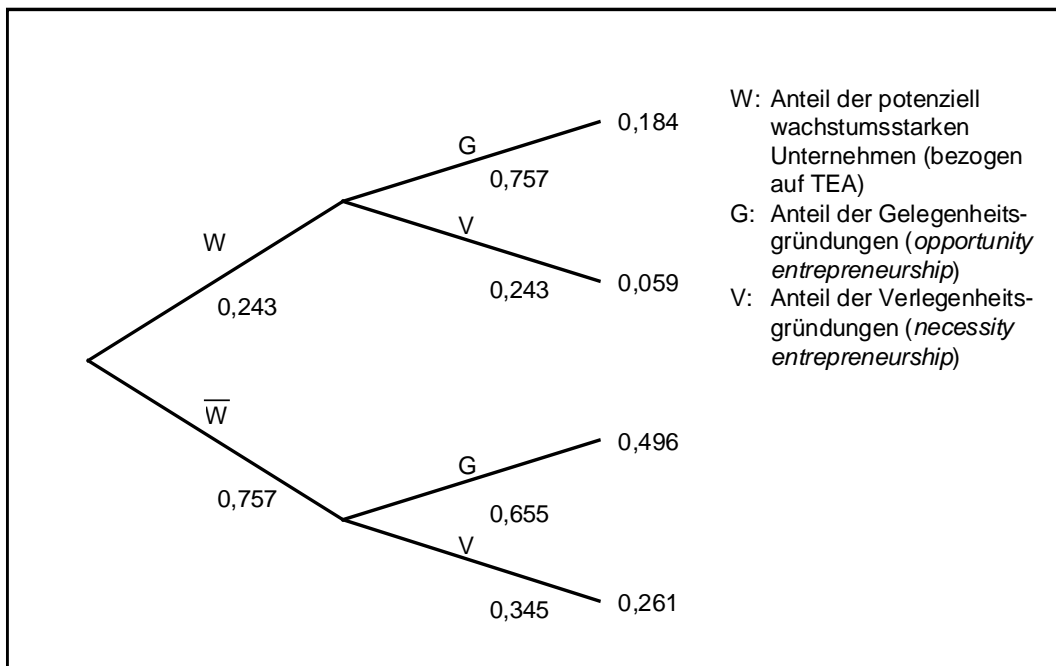


Abbildung 2: Aufteilung der Gründungsmotivation nach Wachstumserwartungen  
 (Eigene Darstellung; Datenquellen vgl. Sternberg & Lückgen (2005, S. 20))

Betrachtet man jedoch das Gründungsmotiv als Indikator für die erwartete Wachstumsstärke, so ist es wichtiger nach den bedingten Wachstumsaussichten der beiden Gründermotive zu fragen. Konkret interessiert das Verhältnis zwischen dem Anteil von Gründungen mit Wachstumspotenzial, die aus Gelegenheit entstehen und dem Anteil solcher Gründungen, die aus Verlegenheit erfolgen:

$$\frac{P(W | G)}{P(W | V)}$$

Diese beiden Werte lassen sich durch Anwendung der Bayes-Regel aus den vorhandenen Daten in Abbildung 2 bestimmen:

$$P(W | G) = \frac{P(G | W) \cdot P(W)}{P(G | W) \cdot P(W) + P(G | \bar{W}) \cdot P(\bar{W})} = \frac{0,757 \cdot 0,243}{0,757 \cdot 0,243 + 0,655 \cdot 0,757} = 0,271$$

und

$$P(W | V) = \frac{P(V | W) \cdot P(W)}{P(V | W) \cdot P(W) + P(V | \bar{W}) \cdot P(\bar{W})} = \frac{0,243 \cdot 0,243}{0,243 \cdot 0,243 + 0,345 \cdot 0,757} = 0,184.$$

Als Quotient ergibt sich

$$\frac{P(W | G)}{P(W | V)} = 1,47.$$

Fasst man die ermittelten Daten des GEM Deutschland als repräsentative Wahrscheinlichkeiten für entsprechende zukünftige Gründungsaktivitäten auf, so ist die Chance, dass aus einer Gelegenheitsgründung ein potenziell wachstumsstarkes Unternehmen wird um 47% höher als dies bei einer Verlegenheitsgründung zu erwarten ist. Bestünde die Möglichkeit, die Motive der Gründer wahrheitsgemäß zu erfassen, so würde aus wachstumspolitischer Sicht eine effektive Förderpolitik die Konzentration auf Gelegenheitsgründer verlangen.

Nun sind Gelegenheitsgründungen, wollte man sie zum Instrumentalziel für Fördermaßnahmen verwenden, weder ex post noch ex ante leicht identifizierbar. Im GEM werden Gründer nach ihrer Motivation (Gelegenheit oder Verlegenheit) befragt, und man kann davon ausgehen, dass ihre Aussagen wahrheitsgemäß sind, da sie keinen Anreiz haben, falsche Angaben zu machen. Ist nun aber die Zuteilung von Fördermitteln

mit der Selbsteinschätzung der Motivation verknüpft, wird man strategisch motivierte Angaben erwarten können. Dies wirft die Frage auf, ob sich potenziell wachstumsstarke Gründungsprojekte auch mit Hilfe anderer Indikatoren finden lassen.

Nach dem GEM ist die Gründungsneigung unter Hochschulabsolventen in Deutschland fast doppelt so hoch wie unter Nicht-Hochschulabsolventen: 9,2% versus 4,8% (Sternberg & Lückgen, 2005). Da die Chancen von Hochschulabsolventen auf eine adäquate abhängige Beschäftigung meistens besser sind als die von Nicht-Hochschulabsolventen, ist zu erwarten, dass Gründungen von Hochschulabsolventen recht häufig Gelegenheiten realisieren und somit eine bessere Chance haben, sich zu wachstumsstarken Unternehmen zu entwickeln.

Der Ereignisbaum in Abbildung 3 zeigt den Anteil von Gründungen durch Hochschulabsolventen ( $H$ ) unter den potenziell wachstumsstarken Unternehmen. Die Daten des GEM Deutschland ermöglichen es uns, diese zu kontrastieren mit der relativen Häufigkeit von Hochschulgründungen unter den nicht potenziell wachstumsstarken Unternehmen. Unter allen Gründern sind Hochschulabsolventen zwar grundsätzlich in der Minderheit, ihr Anteil ist aber größer bei den potenziell wachstumsstarken Unternehmen. Aber die relevante Frage unter dem Gesichtspunkt der Förderung ist: Wie gut eignet sich der Hochschulabschluss als Indikator für ein potenziell wachstumsstarkes Unternehmen? Interessant ist auch hier der Vergleich zwischen den bedingten Wahrscheinlichkeiten:  $P(W|H)$  und  $P(W|\bar{H})$ , die sich wieder mit Hilfe der Bayes-Regel bestimmen lassen:

$$P(W | H) = \frac{P(H | W) \cdot P(W)}{P(H | W) \cdot P(W) + P(H | \bar{W}) \cdot P(\bar{W})} = \frac{0,189 \cdot 0,243}{0,189 \cdot 0,243 + 0,079 \cdot 0,757} = 0,434$$

und

$$P(W | \bar{H}) = \frac{P(\bar{H} | W) \cdot P(W)}{P(\bar{H} | W) \cdot P(W) + P(\bar{H} | \bar{W}) \cdot P(\bar{W})} = \frac{0,811 \cdot 0,243}{0,811 \cdot 0,243 + 0,921 \cdot 0,757} = 0,220.$$

Als Quotient aus den beiden bedingten Wahrscheinlichkeiten erhält man

$$\frac{P(W | H)}{P(W | \bar{H})} = 1,97.$$

Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Gründer aus der Hochschule erwartet ein wachstumsstarkes Unternehmen zu gründen, ist demnach um 97% höher als bei einem Nicht-Hochschulabsolventen. Auch wenn man davon ausgehen kann, dass die Wachstumsrealität deutlich hinter den Erwartungen der Gründer liegt, so gilt dieses auch für Nicht-Hochschulgründer. Der ermittelte starke Kontrast zwischen Hochschulabsolventen und Nicht-Hochschulabsolventen lässt somit für die angesprochene hypothetische Förderpolitik den Schluss zu, dass Gründungsprojekte aus Hochschulen überproportional zu unterstützen sind.



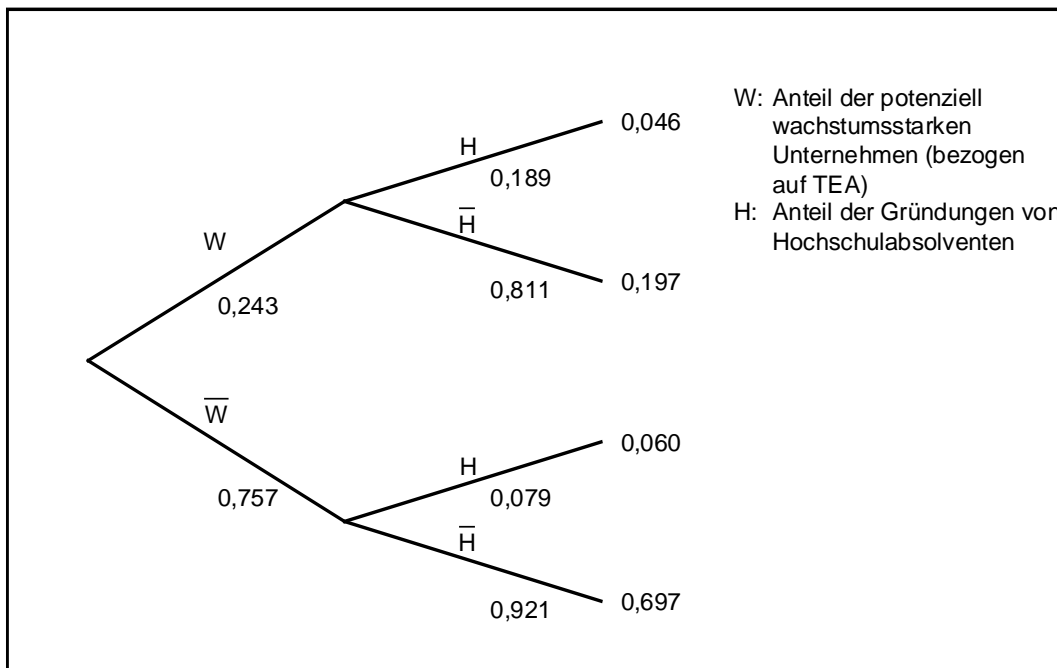


Abbildung 3: Aufteilung Anteil Gründungen von Hochschulabsolventen nach Wachstumserwartung (Eigene Darstellung; Datenquellen vgl. Sternberg & Lückgen (2005, S. 20, 40))

Die Daten des GEM Deutschland belegen auch, dass die Frage nach dem Hochschulabschluss sich als Indikator für ein potenziell wachstumsstarkes Unternehmen besser eignet als die Frage nach dem Gründungsmotiv. Darüber hinaus ist der Hochschulabschluss als Indikator überprüfbar. Gründungen von Hochschulabsolventen sind demnach auch als Instrumentalziel den Gelegenheitsgründungen vorzuziehen, wenn als Fundamentalziel wachstumsstarke Unternehmen angestrebt werden.

Wird Wachstumsstärke, wie vom GEM Deutschland, durch geschaffene Arbeitsplätze charakterisiert, folgt aus dieser Analyse, dass überdurchschnittliche Beschäftigungsimpulse insbesondere bei Gründungen aus Hochschulen zu erwarten

sind. Die Fallstudie Magdeburg, die in den folgenden Abschnitten behandelt wird, bestätigt genau diese Erwartung.

### **3. Die Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg als moderne Hochschule im Bundesland Sachsen-Anhalt**

In diesem Abschnitt beschreiben wir zunächst einige Rahmenbedingungen, die das Bundesland Sachsen-Anhalt und die Stadt Magdeburg im Hinblick auf die Situation von Gründern kennzeichnen. Unsere Fallstudie beschäftigt sich mit Gründungen aus der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg. Nach einer kurzen Beschreibung der eingesetzten Erhebungsmethode wenden wir uns dann in Abschnitt 4 der Darstellung und Interpretation der Ergebnisse zu.

Neben einer überdurchschnittlich hohen Arbeitslosigkeit von 21 Prozent in Magdeburg und 21,7 Prozent für Sachsen-Anhalt im Jahresdurchschnitt in 2004<sup>6</sup> haben Magdeburg und Sachsen-Anhalt zusätzlich mit Bevölkerungsschwund zu kämpfen. Die Hauptwohnsitzbevölkerung in Magdeburg z. B. reduzierte sich von 278.807 in 1990 auf 226.610 in 2004.<sup>7</sup> Die Reduktion und damit verbunden auch die Alterung der Bevölkerung in ganz Sachsen-Anhalt lässt sich primär auf zwei Faktoren zurückführen: Zum einen die niedrige Geburtenrate, insbesondere im Verhältnis zu der Anzahl

---

<sup>6</sup> Statistisches Landesamt Sachsen-Anhalt: Jahresdurchschnittsberechnung mit Gebietsstand der jeweiligen Monatsendwerte des Jahres, bezogen auf die abhängigen zivilen Erwerbspersonen.

<sup>7</sup> Statistisches Landesamt Sachsen-Anhalt: Hauptwohnsitzbevölkerung in den entsprechenden Jahren.

Gestorbener<sup>8</sup>, und zum anderen die Abwanderung<sup>9</sup>. Dabei ist die erste Einflussgröße dominierend, aber besonders negativ für die ökonomischen Zukunftsaussichten der Region ist die Tatsache, dass oft gut ausgebildete junge Personen das Land verlassen, um einer abhängigen Beschäftigung vor allem in den alten Bundesländern nachzugehen – gerade die Gruppe also, der eine höhere Erfolgswahrscheinlichkeit im Fall einer Gründung zugetraut wird.

Die Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg wurde in der heutigen Form 1993 neu gegründet und gehört zu den jüngsten Universitäten Deutschlands. Sie entstand aus dem Zusammenschluss der Universitätseinrichtungen Technische Universität, Medizinische Akademie und Pädagogische Hochschule. Im Jahr 2004 hatte die Universität neun Fakultäten und über 11.000 Studierende. Der Profilschwerpunkt liegt bei den Ingenieur- und Naturwissenschaften sowie in der Medizin, mit Spezialrichtungen wie Neurowissenschaften, Immunologie, Nichtlineare Systeme, Neue Materialien und Computervisualistik, in denen Forschungsergebnisse auf internationalem Niveau generiert und somit die Voraussetzungen für einen erfolgreichen Technologietransfer geschaffen werden. In Kombination mit dem Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung, dem Max-Planck-Institut für Dynamik komplexer technischer Systeme, dem Leibniz-Institut für Neurobiologie und mehreren An-Instituten entsteht so

---

<sup>8</sup> Statistisches Landesamt Sachsen-Anhalt: Das Geburtendefizit lag bei 203.916 für Sachsen-Anhalt im Zeitraum von 03.10.1990 bis 01.12.2003.

<sup>9</sup> Statistisches Landesamt Sachsen-Anhalt: Der Wanderungsverlust lag bei 163.617 für Sachsen-Anhalt im Zeitraum von 03.10.1990 bis 01.12.2003.

eine ideale Grundlage für Unternehmensgründungen durch Studenten, Absolventen und Mitarbeiter der Universität.

Im Untersuchungszeitraum wurden im Umfeld der Universität Infrastruktur- und Ausbildungsmaßnahmen umgesetzt, die allgemein eine Verbesserung der Gründungsmöglichkeiten aus der Universität heraus zum Ziel hatten. Diese Maßnahmen sind inzwischen ein etablierter Bestandteil der Gründungs- und Technologietransfer-Landschaft der Universität und zeigen eine entsprechende Wirkung. Gemeinsame Merkmale der Maßnahmen sind ein Raum- und Flächenangebot an Firmen und Forschungsk Kooperationen mit der Universität, die zugehörige Standard-Infrastruktur für Gebäudetechnik und Kommunikation und Service- und Beratungsleistungen, auch für Gründer.

- Das *Innovations- und Gründerzentrum Magdeburg GmbH* (igz Magdeburg) beherbergt zur Zeit 80 Firmen mit Schwerpunkt im Ingenieurwesen und Maschinenbau.<sup>10</sup>
- Das *Zentrum für Neurowissenschaftliche Innovation und Technologie* (ZENIT) verfolgt den Transfer der Forschungsergebnisse des Schwerpunkts Neurowissenschaften der Universität (Neuropharmakologie, Neuromedizinische Technik und Angewandte Neuroinformatik) in verwertbare Produktentwicklungen, auch in Form von Neugründungen einschlägiger

---

<sup>10</sup> <http://www.igz-md.de>

Unternehmen. Zurzeit sind im ZENIT acht gewerbliche Nutzer und elf Einrichtungen der Universität etabliert.<sup>11</sup>

- In der *Experimentellen Fabrik Magdeburg* (ExFa) wird anwendungsorientierte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Produkt-, Verfahrens- und Prozessinnovation für Industrieunternehmen betrieben. Gegenwärtig sind in der ExFa neun Firmen beheimatet.<sup>12</sup>

In Verbindung mit der Einrichtung des KfW-Stiftungslehrstuhls für Entrepreneurship im Jahr 2000 sah das mit der Universität vereinbarte Lehrstuhlkonzept die Errichtung eines Interaktionszentrums Entrepreneurship als entscheidenden Beitrag zur Etablierung einer Gründungskultur im Umfeld der Universität. Das Interaktionszentrum sollte als Forschungs-, Ausbildungs- und Kompetenzzentrum fungieren. Das Interaktionszentrum Entrepreneurship bietet die geeignete Struktur für Ausbildungs- und Gestaltungsprojekte innerhalb wie außerhalb der Universität. In den Jahren 2001 bis 2004 führte der Lehrstuhl für Entrepreneurship jedes Jahr das fakultätsübergreifende einjährige Ausbildungsprogramm „Nachwuchsgruppe Entrepreneurship“ durch. Jeweils 20 Mitarbeiter und Studenten der Universität Magdeburg unterzogen sich dem einjährigen Intensiv-Programm, zu dessen Inhalten die Vermittlung von Schlüsselqualifikationen und gründungsspezifischen Kenntnissen vor allem aus dem

---

<sup>11</sup> <http://www.zenit-magdeburg.de/konzeption.shtml>

<sup>12</sup> <http://www.exfa.de/de/about/index.php>

betriebswirtschaftlichen Bereich sowie eine direkte Begleitung der von den Teilnehmern eingebrachten Projekte gehörten.<sup>13</sup>

Aufgrund des Gesamtkonzepts zur Förderung von Gründern und Gründungen wurde die Universität Magdeburg 2004 im Landeswettbewerb der Universitäten und Hochschulen zur gründerfreundlichsten Hochschule des Landes Sachsen-Anhalt gewählt. Als im Jahr 2005 der Landeswettbewerb auf Gründungen und geschaffene Arbeitsplätze fokussiert wurde, belegte die Universität Magdeburg wieder den ersten Platz und bestätigte damit, dass die Gründungsorientierung der Infrastruktur- und Ausbildungsmaßnahmen erfolgreich umgesetzt wird. Die Analyse dieses Technologietransfers ist Gegenstand des folgenden Abschnitts.

## **4. Ideen- und Technologietransfer in Form von Neugründungen**

Der Ideen- und Technologietransfer der Universität Magdeburg in Form von Neugründungen wurde mit Hilfe einer Analyse aller Unternehmensgründungen durch Studenten, Absolventen und Mitarbeiter der Universität der letzten 15 Jahre quantifiziert. Dabei erfolgte jeweils eine Datenerfassung zu Beginn der Jahre 2004 und 2005. Es wurden sowohl quantitative als auch qualitative Daten gewonnen: Anzahl der Gründungen, Beschäftigtenzahlen (Voll- und Teilzeit), Branchenzugehörigkeit und Rechtsform gegründeter Unternehmen lassen Aussagen über die Wirkung der

---

<sup>13</sup> <http://www.interaktionszentrum.de>

durchgeführten Infrastrukturmaßnahmen zu; deren Nachhaltigkeit kann anhand von Mitarbeiterwachstum und Erfassung des Fortbestands der gegründeten Unternehmen beurteilt werden. Nachhaltigkeit umfasst damit auch eine dauerhaft konstante bis steigende Anzahl von Unternehmensgründungen über einen längeren Zeitraum. In einem zweiten Schritt wurden die gewonnenen Daten qualitativ in Verbindung zu den betrachteten Ausbildungsmaßnahmen der Universität Magdeburg und den gründungsorientierten Infrastrukturmaßnahmen des Landes Sachsen-Anhalt, der Stadt Magdeburg und der Universität Magdeburg gebracht.

Mangels eines zentralen Registers der in Frage kommenden Unternehmen wurde eine Primärerhebung durchgeführt. Erhebungsmethode war eine systematische, fragebogengestützte Telefonumfrage, in deren Rahmen ein Großteil der Zielgruppe gefunden und direkt kontaktiert werden konnte. Als Zielgruppe wurden Unternehmensgründungen innerhalb der letzten 15 Jahre durch Absolventen oder Angehörige der Universität Magdeburg festgelegt. Bei der Erhebung wurden weitere Unternehmen durch Verweisung von bereits bekannten, kontaktierten Unternehmen gefunden. Während der zweiten Erhebung zu Beginn des Jahres 2005 wurden neben Neugründungen des Jahres 2004 nur wenige bereits früher gegründete und noch nicht erfasste Unternehmen entdeckt, was einen Schluss über die Vollständigkeit der Untersuchung zulässt. Gründungen, die zeitlich und räumlich eine gewisse Nähe zur Universität aufweisen, dürften demnach nahezu vollständig erfasst sein; Gründungen am Anfang des Untersuchungszeitraums sowie von solchen Absolventen, die vor längerer Zeit die Universität verlassen und außerhalb der Region gegründet haben, sind unterrepräsentiert. So ist das Gesamtergebnis der Untersuchung eher eine

Unterschätzung der Gründungsaktivitäten aus der Universität Magdeburg, für die Region Magdeburg jedoch von hoher Genauigkeit.

Aufgrund der Erhebungsmethode wurden praktisch nur solche Unternehmen erfasst, die zum Untersuchungszeitpunkt noch einer aktiven Geschäftstätigkeit nachgingen. Unternehmen, die zwar im Untersuchungszeitraum gegründet wurden, aber vor dem Untersuchungszeitpunkt aufgehört haben zu existieren, wurden durch die Umfrage nur unzureichend erfasst, da hier nur Informationen aus dritter Hand vorlagen, deren Prüfung im Rahmen der verfügbaren Ressourcen nicht möglich war.

Im GEM Deutschland wird ein repräsentativer Querschnitt der Bevölkerung nach Gründungsabsicht, Gründungsmotivation, erfolgter Gründung und Wachstumserwartungen befragt. Im Unterschied zu den dem GEM zugrunde liegenden Daten beinhaltet der im Rahmen dieser Untersuchung gewonnene Datensatz ausschließlich Aussagen über tatsächliche Gründer, ihre vollzogenen Gründungen, die durch sie geschaffenen Arbeitsplätze sowie die Branche und Rechtsform der Unternehmen der letzten 15 Jahre. Diese Daten lassen umfangreiche qualitative und quantitative Aussagen über die Gründungsaktivität an der Universität Magdeburg zu. Vor allem wenn die Entwicklung der Anzahl der Arbeitsplätze als Indikator für die Wachstumsstärke eines Unternehmens gesehen wird, können auf der Basis dieser Ergebnisse genauere Aussagen über die Wirkung von Infrastruktur- und Ausbildungsmaßnahmen und damit über mögliche Ansatzpunkte und Zielrichtungen von Förderpolitik getroffen werden.

Als Ergebnis unserer Untersuchung liegt eine Liste von insgesamt 107 seit dem Jahr 1990 gegründeten und im Jahr 2005 noch existierenden Unternehmen vor. Bei den älteren dieser Unternehmen handelt es sich also zumindest um eine überlebensstarke



wenn, nicht wachstumsstarke Selektion. Aus dieser Grundgesamtheit fokussieren wir in der vorliegenden Untersuchung 63 Gründungen, um ein schärferes Bild des Technologietransfers zu gewinnen. Es wurden nur Gründungen mit Vollzeitbeschäftigten oder vollzeitbeschäftigten Gründern oder beiden berücksichtigt. Durch diese Beschränkung sind die getroffenen Aussagen über Umfang und Intensität der Gründungsaktivitäten eher als konservativ aufzufassen, was jedoch die Gefahr einer Überschätzung verringert.

Abbildung 4 zeigt die Verteilung der betrachteten 63 Unternehmen auf die Gründungsjahre im Zeitraum von 1990 bis 2004. Die schwankenden Gründungszahlen über die Jahre kennzeichnen nicht nur unterschiedlich starke Gründungsaktivitäten zwischen den Jahren, sondern auch Schwankungen in der Anzahl überlebensstarker Unternehmen, insbesondere bei den älteren Unternehmen (vor 2000). Über den Zeitraum von 15 Jahren erkennt man an der kumulierten Entwicklung aber eine langfristig streng monoton wachsende Unternehmenslandschaft im Umfeld der Universität Magdeburg.

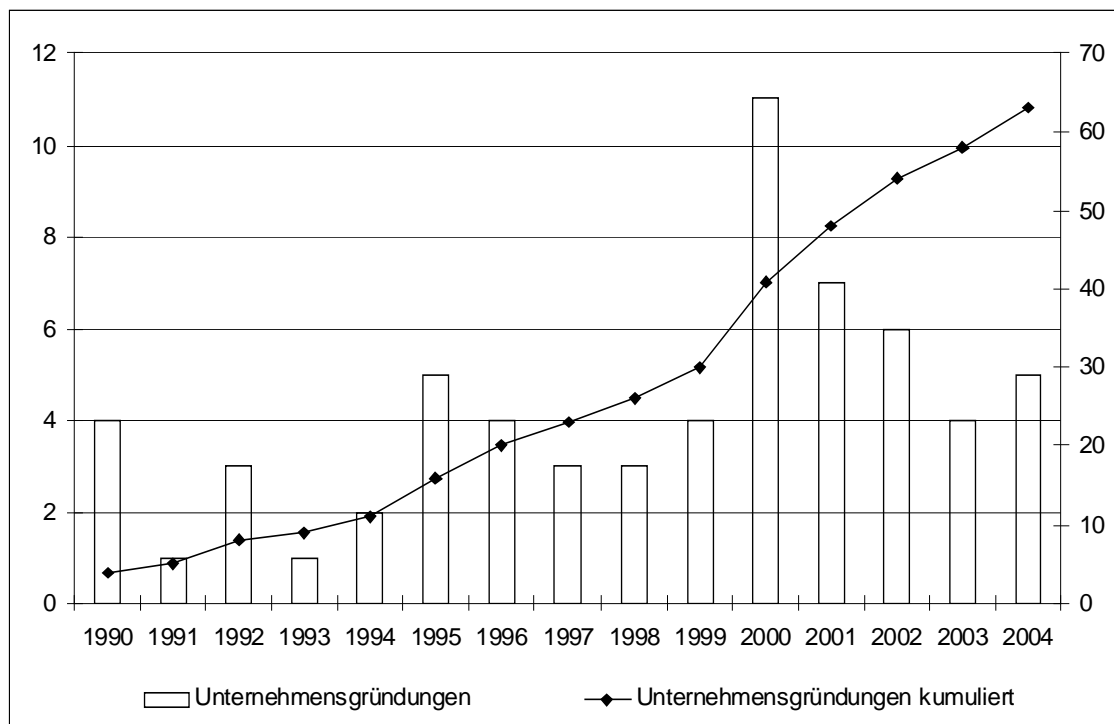


Abbildung 4: Unternehmensgründungen

Abbildung 5 veranschaulicht wie sich die Gründungsdynamik langfristig auf die Arbeitsplatzentwicklung im Umfeld der Universität Magdeburg auswirkt. In einem Bundesland, in dem nach der deutschen Vereinigung ganze Branchen zusammenbrachen, sind insgesamt 828 Arbeitsplätze (darunter 721 Vollzeitbeschäftigte) aus der Universität entstanden. Bezogen auf alle betrachteten Unternehmen bedeutet das über 15 Jahre ein Wachstum von durchschnittlich ca. 55 Arbeitsplätzen (darunter 49 Vollzeitbeschäftigte) pro Jahr. Die Beobachtung, dass es sich bei den Unternehmen überwiegend um Vollzeitarbeitsplätze handelt, resultiert aus der Selektion der 63 betrachteten Unternehmen aus insgesamt 107. Die tatsächliche Gesamtbeschäftigung ist demnach höher anzusetzen.

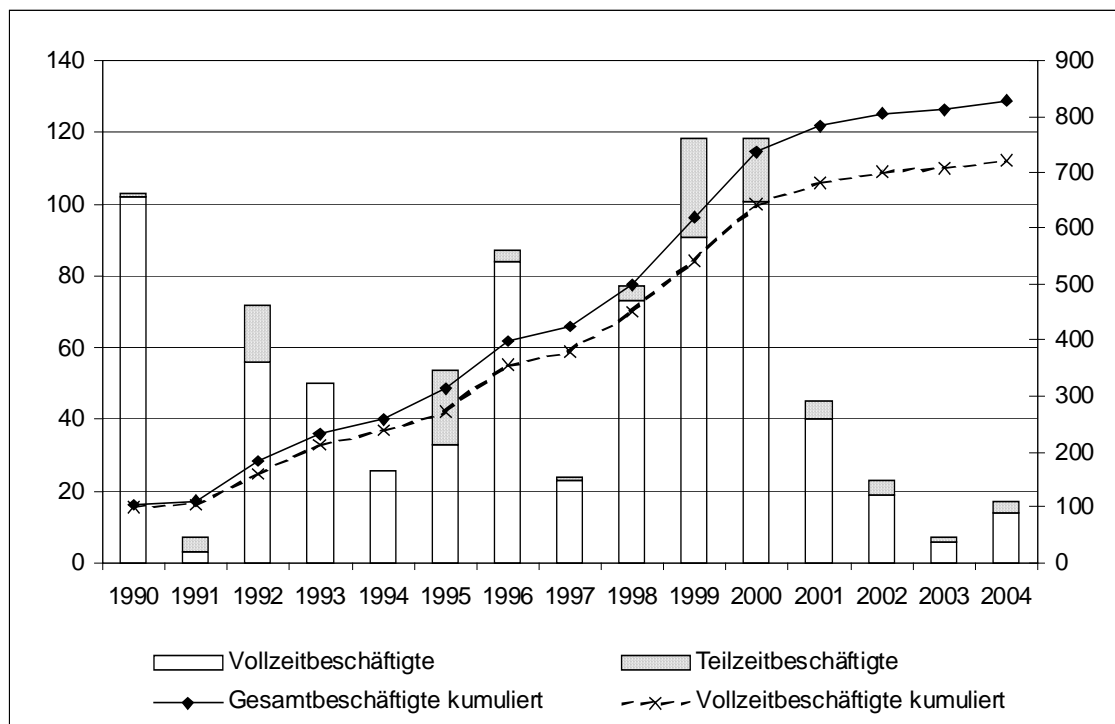


Abbildung 5: Voll- und Teilzeitbeschäftigte

Abbildung 6 vermittelt einen ersten Eindruck, wie sich die Unternehmensgründungen in den einzelnen Jahren auf die Arbeitsplatzentwicklung ausgewirkt haben. Die durchschnittlichen Gesamtbeschäftigten in 2004 eines im Jahr x gegründeten Unternehmens geben Aufschluss über die durchschnittliche Größe dieser Unternehmen zum heutigen Zeitpunkt. Die Maximalwerte zeigen die Größe der in jedem Jahr jeweils wachstumsstärksten Unternehmen. Geht man davon aus, dass Gründungsteams in der Regel am Anfang nur aus zwei bis drei Personen bestehen, dann erkennt man in Abbildung 6, dass nach wenigen Jahren teilweise Unternehmen mit beachtlicher Mitarbeitergröße entstanden sind.

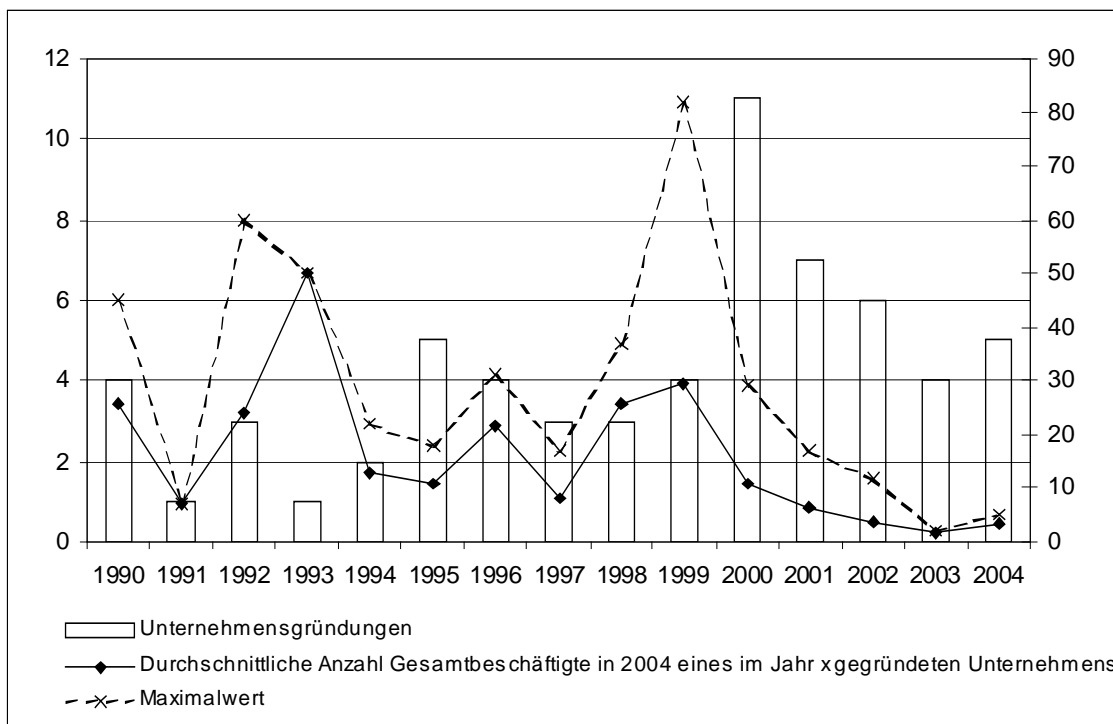


Abbildung 6: Durchschnittlich Gesamtbeschäftigte in 2004 eines im Jahr x gegründeten Unternehmens

Eine detaillierte Aufschlüsselung der Wachstumsstärken für die 63 betrachteten Unternehmen zeigt die Tabelle 1. 41% der aus der Universität Magdeburg gegründeten Unternehmen sind bislang mit durchschnittlich mindestens zwei Beschäftigten pro Jahr gewachsen.

	Durchschnittliches Wachstum der Gesamtbeschäftigten pro Jahr seit Gründung				
	< 2	≥ 2	≥ 3	≥ 4	≥ 5
<b>Anzahl der Gründungen</b>	37	26	17	11	5
<b>Anteil</b>	59%	41%	27%	17%	8%

Tabelle 1: Durchschnittliches Wachstum der Gesamtbeschäftigten pro Jahr seit Gründung

Aus Tabelle 1 geht weiterhin hervor, dass 17% der Unternehmen nach durchschnittlich fünf Jahren mindestens 20 Beschäftigte haben. An dieser Stelle ist es wichtig noch einmal hervorzuheben, dass es sich bei diesen Zahlen um die tatsächliche ex-post gemessene Wachstumsstärke der Unternehmen handelt und nicht um die von den jungen und werdenden Gründern erwartete Wachstumsstärke. Werdende Gründer wurden bei der vorliegenden empirischen Untersuchung überhaupt nicht erfasst. Die hier ermittelten Zahlen sind jedoch auch aus weiteren Gründen mit den Daten des GEM Deutschland nicht direkt vergleichbar. Bei den Gründern handelt es sich nicht allein um Absolventen der Universität, sondern auch um wissenschaftliche Mitarbeiter und Professoren. Ferner handelt es sich bei den betrachteten Unternehmen ausschließlich um diejenigen Gründungen aus der Universität, die bis 2004 überlebt haben. Ziel der Untersuchung war es, zu ermitteln was langfristig als regionaler Technologietransfer durch Unternehmensgründungen „unter dem Strich“ herauskommt.

Obwohl in den einzelnen Jahren Gründungsprojekte unterschiedlicher Art realisiert wurden, ist es interessant, die durchschnittliche Wachstumsstärke der gegründeten Unternehmen auch über die Jahre zu vergleichen, weil dadurch die Auswirkungen der Infrastrukturmaßnahmen sichtbar werden. Das unterschiedliche Mitarbeiterwachstum wird explizit in Abbildung 7 dargestellt und zeigt deutlich, dass 1992/93 und 1998/99 wachstumsstärkere Unternehmen gegründet wurden als z. B. Mitte der 90er Jahre. Die durchgeführten Infrastrukturmaßnahmen, insbesondere der Bau des Innovations- und Gründerzentrums zu Beginn der 90er Jahre und das Zentrum für Neurowissenschaftliche Innovation und Technologie (ZENIT) Mitte der 90er Jahre,

ermöglichten Gründungen neuer Unternehmenstypen, z. B. Ende der 90er Jahre im Bereich der Medizintechnik, die ein schnelleres Beschäftigungswachstum aufweisen.

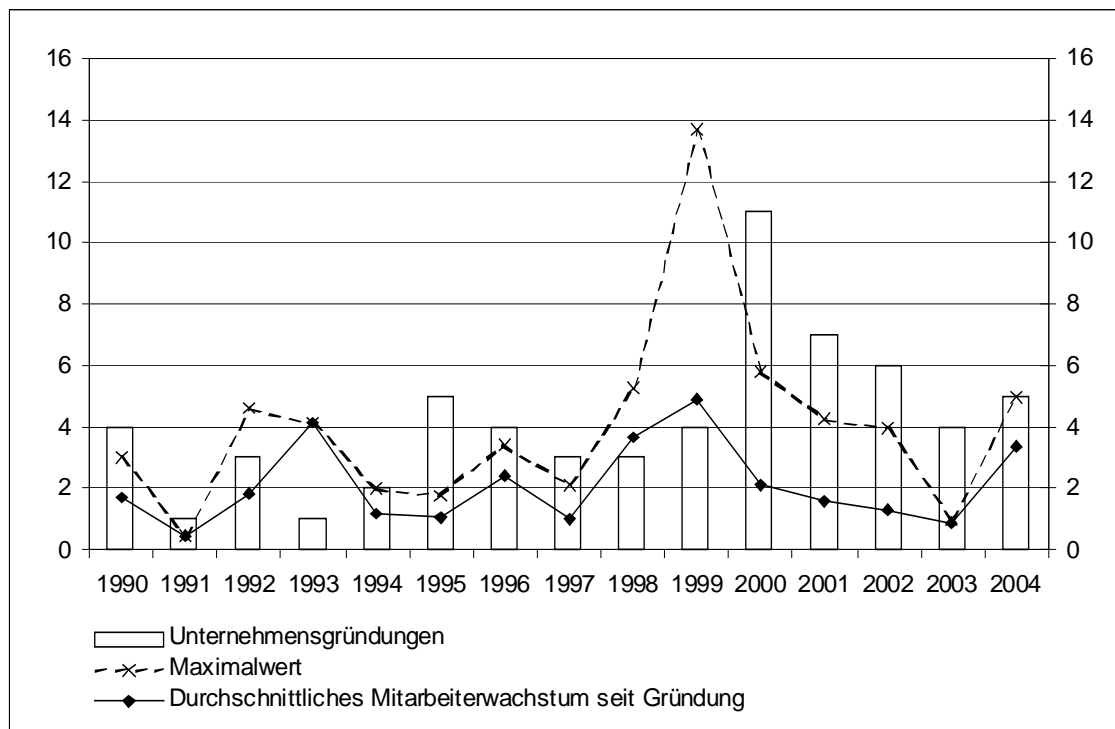


Abbildung 7: Durchschnittliches Mitarbeiterwachstum seit Unternehmensgründung

Auffällig in Abbildung 7 ist die Wellenbewegung in den Gründungszahlen, die zeitverzögert der Wellenbewegung in den Wachstumsstärken hinterher zu laufen scheint. Der Durchführung gründungsrelevanter Infrastrukturmaßnahmen an und im Umfeld der Universität Magdeburg, insbesondere Mitte des letzten Jahrzehnts, folgten einzelne wachstumsstarke Gründungen, die eine höhere Anzahl wachstumsschwächerer Gründungen nach sich zogen, wobei diese Gründungsaktivität schnell wieder abnahm. Die bereitgestellte Infrastruktur schaffte die Grundlage für innovative wachstumsstarke Gründungen, sie konnte sie aber offensichtlich nicht nachhaltig hervorbringen. Plausibel scheint, dass eine gewisse Anzahl innovativer Gründungsprojekte aus der Forschung

schon bereitstand, als die Infrastruktur ausgebaut wurde. Diese Projekte konnten dann schnell umgesetzt werden. Um wachstumsstarke Unternehmen jedoch nachhaltig hervorzubringen, hätte es auch einen entsprechenden Nachschub von gelegenheitsorientierten Gründern und leistungsstarken Projekten geben müssen. Da die Universität hierauf zu dem Zeitpunkt noch nicht ausgerichtet war, nahm sowohl die Anzahl als auch die Wachstumsstärke der Gründungsprojekte wieder ab.

Zur Steigerung des Gründungspotenzials wurde an der Universität Magdeburg in eine zusätzliche Ausbildungs- und Begleitungsinfrastruktur investiert, die ab 2001 insbesondere durch das Interaktionszentrum Entrepreneurship bereitgestellt wurde. Ziel war es nicht nur, die Gründungsaktivitäten von Jungakademikern zu fördern, sondern auch die Wachstumsstärke der von ihnen gefolgtten Gründungsprojekte zu steigern. Bei einer Hochschule mit der Größe und Ausrichtung der Universität Magdeburg zeigt die bisherige Erfahrung aus der Durchführung dieser Ausbildungs- und Begleitungsmaßnahmen, dass es durchaus realistisch erscheint, durch Gründer- und Projektunterstützung die bisherige Gründungsaktivität zusätzlich um durchschnittlich fünf wachstumsstarke Gründungen pro Jahr erweitern zu können. Dies setzt allerdings voraus, dass die durch die Infrastruktur bereitgestellte Kapazität dies zulässt oder auf andere Art sichergestellt wird, dass diesen Gründungsprojekten entsprechende Ressourcen zur Verfügung stehen.

Geht man von einem vorsichtig geschätzten Wachstum von nur zwei neuen Arbeitsplätzen pro Jahr und Unternehmen aus, bedeutet das über einen Zeitraum von nur fünf Jahren ca. 150 (= 10 + 20 + 30 + 40 + 50) zusätzliche Arbeitsplätze in der Region. Legt man den durch Abbildung 5 suggerierten bisherigen Trend von ca. 50

neuen Arbeitsplätzen pro Jahr zugrunde, dann sollte die Begleitungsinfrastruktur über fünf Jahre eine Steigerung der Arbeitsplatzgenerierung um ca. 60% (von 250 auf 400) bewirken. Dieses hohe Steigerungspotenzial ist beachtlich, wenn man davon ausgeht, dass die Ausbildungsinfrastruktur im Allgemeinen erheblich kostengünstiger ist als die Forschungsinfrastruktur. Das Potenzial ist jedoch nur umsetzbar, weil im Vorfeld die Forschungsinfrastruktur gründungsorientiert bereitgestellt wurde.

## **5. Zusammenfassung und Implikationen**

Der GEM Länderbericht Deutschland 2004 weist an mehreren Stellen explizit auf die Bedeutung von Gründungsaktivitäten an deutschen Hochschulen hin. Ziel unserer Untersuchung war es, diesen Aspekt genauer unter die Lupe zu nehmen.

Aus den Daten des GEM Deutschland konnten wir deutlich erkennen, dass der Bildungsabschluss Hochschule ein stärkerer Indikator für potenziell wachstumsstarke Unternehmensgründungen ist als nur das Motiv einer Gelegenheitsumsetzung. Zudem ist die Förderung von Gründungen aus der Hochschule als förderpolitische Zielsetzung leichter zu operationalisieren als die Unterstützung von Gelegenheitsgründungen. Wichtig scheint aber auf jeden Fall die Erkenntnis, dass eine flächendeckende Förderung von Gründungsvorhaben nach dem „Gießkannenprinzip“ in Zeiten knapper öffentlicher Mittel nur wenig effektiv ist. Unter wachstums- und arbeitsmarktpolitischen Gesichtspunkten sollte die Förderung von Hochschulen im Vordergrund stehen.

Unsere Analyse der Gründungsaktivitäten an der Universität Magdeburg suggeriert, dass wachstumsstarke Gründungen eine entsprechende Infrastruktur erfordern, aber nicht nachhaltig dadurch generiert werden können. Die umfangreichen



Infrastrukturmaßnahmen des Landes Sachsen-Anhalt zu Beginn des Untersuchungszeitraums zogen eine zunächst hohe Anzahl von Neugründungen nach sich, die dann jedoch wieder abnahm. Dies deutet daraufhin, dass ein vorhandenes, offensichtliches „Gründerpotenzial“ schnell abgeschöpft wurde. Ausbildungsmaßnahmen der Universität Magdeburg und Sensibilisierungsanstrengungen, die gegen Ende des Untersuchungszeitraums begonnen wurden, zeigen mittlerweile – mit einem gewissen Zeitversatz – erste Ergebnisse in Form von Neugründungen. Infrastrukturmaßnahmen definieren demnach nur die Kapazitäten in denen sich schnell wachsende Unternehmen entwickeln können und müssen mit Ausbildungsmaßnahmen synchronisiert werden.

Trotz der Grenzen unserer Erhebung legen diese Ergebnisse nahe, dass eine gezieltere Erforschung der Gründungstätigkeit aus Hochschulen und der Indikatoren für ihren Erfolg, insbesondere in Richtung verfügbare Infrastruktur, Forschungsschwerpunkte und vorhandene Ausbildungsmaßnahmen, nützliche Ergebnisse für die Gestaltung der Förderung von Hochschulgründungen erbringen würde. Ähnliche Erhebungen müssten für weitere Hochschulen und größere Regionen, auch solche mit anderen Rahmenbedingungen als in der vorliegenden Untersuchung, durchgeführt werden, um die Gültigkeit der Aussagen zu bestätigen.

Für eine Region wie Sachsen-Anhalt können mit der Förderung von Hochschulgründungen gleichzeitig zwei Ziele verfolgt werden:

- Die Initiierung von mehr Gründungen in der Region und
- die Bindung von Absolventen an die Region.

Denn Absolventen der Universität Magdeburg, die mit Unterstützung der Infrastruktur Unternehmen gründen, bleiben größtenteils der Stadt sowie dem Land Sachsen-Anhalt erhalten und generieren (wie die Daten belegen), sogar gegen den allgemeinen Trend, Arbeitsplätze.

Während Infrastrukturmaßnahmen sinnvoll dort durchzuführen sind, wo auch die Forschungsschwerpunkte einer Hochschule liegen, müssen Ausbildungsmaßnahmen darauf ausgerichtet sein, Gründer aus der Hochschule dabei zu unterstützen, Gelegenheiten auszuloten und umzusetzen. Die Gründungsausbildung sollte demnach auf die Entdeckung, Entwicklung und Analyse von Gelegenheiten ausgerichtet sein, um insbesondere den Anteil der Gelegenheitsgründungen aus der Hochschule zu steigern. Die Wahrscheinlichkeit, dass dann auch wachstumsstarke Unternehmen erwartet werden können ist hoch.

# KAPITEL 3

---

**Die Hochschule als Brutstätte wachstumsstarker**

**Unternehmen**

---

*Benjamin B. Gansel, Matthias G. Raith, Helge M. Wilker*

## **Abstract**

Da das Wirtschaftswachstum durch die Gründung wachstumsstarker Unternehmen entscheidend beeinflusst wird, gilt es als ein Fundamentalziel die Anzahl dieser Gründungen zu erhöhen. Als praktikabler und Erfolg versprechender Indikator für wachstumsstarke Unternehmen kann mittels der Daten des Global Entrepreneurship Monitor Länderberichts Deutschland der Hochschulabschluss identifiziert werden. Wir zeigen, dass die Wahrscheinlichkeit für einen Hochschulabsolventen, ein potenziell wachstumsstarkes Unternehmen zu gründen, fast doppelt so hoch ist wie für jemanden ohne Hochschulabschluss. Basierend auf diesem Ergebnis untersuchen wir Gründungen aus der Hochschule als Indikator für Wachstumsstärke am Beispiel der Universität Magdeburg für den Zeitraum von 1990 bis 2005. Bedeutend sind dabei die regionalen Arbeitsmarkteffekte von wachstumsstarken Unternehmen sowie Teamgründungen. Auch bieten Infrastrukturmaßnahmen und ergänzende Fördermaßnahmen einen stimulierenden „Nährboden“ für wachstumsstarke Unternehmen, da in Infrastrukturmaßnahmen gegründete Unternehmen einen überdurchschnittlich hohen Anteil von Beschäftigten generieren. Wir zeigen, dass aus der Kombination dieser Faktoren tatsächlich wachstumsstarke Unternehmen entstehen. Die Kenntnis der Wirksamkeit dieser Faktoren liefert zugleich konkrete Ansatzpunkte für eine auf Hochschulen konzentrierte Förderpolitik.

## **1. Einleitung**

Die Schaffung von Arbeitsplätzen gilt als ein Fundamentalziel der Wirtschaftspolitik. Unternehmensgründungen bilden eine fundamentale Größe bei der Entstehung von neuen Arbeitsplätzen. Wenige, wachstumsstarke Gründungen generieren eine überproportional große Anzahl von Arbeitsplätzen. Zusätzlich weisen diese Gründungen eine besonders hohe Überlebenswahrscheinlichkeit auf (vergleiche z.B. Brüderl & Preisendörfer, 2000, Dadzie & Cho, 1989, Mata, Portugal & Guimaraes, 1995). Dementsprechend sollte auch eine Förderpolitik auf die Gründung

wachstumsstarker Unternehmen konzentriert sein. Da Wachstumsstärke ex ante nur schlecht messbar ist, stellt sich die Frage nach geeigneten Indikatoren für die Erkennung solcher Gründungen.

Anhand der Daten des Länderberichts Deutschlands des Global Entrepreneurship Monitors (GEM) (Sternberg, Brixy & Schlapfner, 2006, Sternberg & Lückgen, 2005) zeigen wir zunächst, dass die Wahrscheinlichkeit für einen Hochschulabsolventen, ein potenziell wachstumsstarkes Unternehmen zu gründen, fast doppelt so hoch ist wie für jemanden ohne Hochschulabschluss. Basierend auf diesem Ergebnis untersuchen wir Unternehmensgründungen aus der Hochschule als Indikator für Wachstumsstärke. Da Gründungen aus der Hochschule häufig im Umfeld der Hochschule angesiedelt sind, ist ein sichtbarer Effekt auf die Entwicklung des regionalen Arbeitsmarktes zu erwarten. Dabei ist zu berücksichtigen, dass sich die Wirkungen erst langfristig voll entfalten (Van Stel & Storey, 2004).

Als konkreten Fall untersuchen wir beispielhaft die Gründungsaktivitäten im Umfeld der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg für den Zeitraum von 1990 bis einschließlich 2005. Die Stadt Magdeburg ist die Landeshauptstadt von Sachsen-Anhalt mit einer Arbeitslosenquote von 21 % im Jahre 2005 und einer allgemeinen Gründungsaktivität, die charakteristisch ist für die GEM-Ergebnisse der neuen Bundesländer. Eine Datenerfassung für die Untersuchung erfolgte jeweils zu Beginn der Jahre 2004, 2005 und 2006. Gründungen, die zeitlich und räumlich eine regionale Nähe zur Universität aufweisen und zum Zeitpunkt des Untersuchungszeitraums noch einer aktiven Geschäftstätigkeit nachgingen, sind nahezu vollständig erfasst. Diese

Gesamtheit an Unternehmen dient als Grundlage für die weiteren Analysen und Implikationen.

In Abschnitt 4 werden zunächst die quantitativen und qualitativen regionalen Auswirkungen diskutiert. Dabei erkennt man über einen Zeitraum von 16 Jahren eine langfristig streng monoton wachsende und sich nachhaltig etablierende Unternehmenslandschaft im Umfeld der Universität Magdeburg, gemessen in Unternehmensgründungen und generierten Arbeitsplätzen. Auffällig ist die regionale Bedeutung von wachstumsstarken Unternehmen, die einen überproportional hohen Anteil an Arbeitsplätzen hervorbringt. Im nächsten Abschnitt untersuchen wir die Einflüsse von Infrastruktur- und Fördermaßnahmen auf die regionalen Auswirkungen. Auch hier sind die positiven Arbeitsmarkteffekte, die aus den Maßnahmen resultieren, nicht zu übersehen.

Betrachtet man Gründungen aus der Hochschule als geeignetes Instrumentalziel zur Förderung wachstumsstarker Gründungen, so lassen sich aus unserer Untersuchung untergeordnete Instrumentalziele zur Operationalisierung einer entsprechenden Förderpolitik ableiten. Konkrete Handlungsempfehlungen zur Ausgestaltung einer hochschulorientierten Förderpolitik sind Gegenstand des anschließenden Abschnitts. Die Resultate unserer Analyse bestätigen den allgemeinen Ruf nach verstärkter Förderung von Gründungsaktivitäten an Hochschulen in Deutschland zur Generierung eines nachhaltigen Wirtschaftswachstums. Der Unterschied bei unseren Empfehlungen liegt jedoch in der Ausrichtung der Hochschulförderung. Aus wirtschaftspolitischer Sicht sollten neben der Grundlagenforschung verstärkt der Ideen- und

Technologietransfer durch Gründungen aus der Hochschule ausgebaut und beispielsweise durch Infrastrukturmaßnahmen institutionalisiert werden.

## 2. Wachstumsstarke Gründungen: Empirische

### Beobachtungen

Nur ein kleiner Anteil aller Unternehmensgründungen ist verantwortlich für den Großteil der durch Gründungen geschaffenen Arbeitsplätze. In einer Studie ermitteln Brüderl & Preisendörfer (2000) beispielsweise eine Quote von 34,5% geschaffener Arbeitsplätze durch 6,5% der betrachteten Gründungen. Storey (1994) liefert ähnliche Werte: 50% der Arbeitsplätze werden durch 4% der am schnellsten wachsenden Unternehmensgründungen geschaffen. Vor dem Hintergrund des wirtschaftspolitischen Gebots der Schaffung neuer Arbeitsplätze legt dies nahe, sich näher mit diesen wachstumsstarken Gründungen zu befassen. Von besonderem Interesse sind die Fragen: Kann man wachstumsstarke Unternehmen – oder besser noch: ihre Gründer – vor oder bei der Gründung erkennen? Und: Gibt es Maßnahmen, mit denen die Schaffung solcher Unternehmen angeschoben, unterstützt oder erleichtert werden kann?

Im Rahmen des GEM-Forschungsprojekts werden weltweit repräsentative Erhebungen zum Gründungsverhalten durchgeführt. Erfasst wird die sogenannte „Early-Stage Entrepreneurial Activity“ (ESEA) in der Gruppe der 18- bis 64-jährigen. Diese wird unterteilt in zwei Gruppen: *werdende Gründer*, die aktiv an der Gründung eines Unternehmens arbeiten und *Jungunternehmer*, die Inhaber und Geschäftsführer eines Unternehmens sind, das nicht älter als 42 Monate ist (Sternberg, Brixy & Schlapfner, 2006). Weiter wird der Begriff *Wachstumsstärke* („high-expectation activity“, HEE-

Aktivität) definiert: diese liegt dann vor, wenn Gründer oder Jungunternehmer erwarten, nach fünf Jahren 20 oder mehr Beschäftigte zu haben (Autio, 2005, Sternberg, Brixy & Schlapfner, 2006).<sup>14</sup> Dies ist eine Hürde, die von nicht langfristig erfolgreichen Unternehmen nicht genommen wird. An dieser Stelle ist der Hinweis wichtig, dass die in dieser Studie vorgestellten empirischen Daten im Gegensatz zur Definition des GEM nicht die Erwartungen der Gründer für die Zukunft, sondern tatsächlich existierende, durch ein Start-up-Unternehmen geschaffene Arbeitsplätze darstellen.

Hierzu liefert der GEM-Sonderbericht „2005 Report on High-Expectation Entrepreneurship“ (Autio, 2005) einige interessante Daten. Wachstumsstarke Gründungsaktivität ist weltweit ein äußerst seltenes Phänomen. Der Anteil der Gründer und Jungunternehmer mit der Erwartung, ein wachstumsstarkes Unternehmen zu gründen, an den im Rahmen der GEM-Erhebungen insgesamt Befragten beträgt nur 0,8% (Autio, 2005). Bezogen auf die gesamte Gründungsaktivität beträgt der Anteil bei den Gründern 9,6% und bei den Jungunternehmen 10,1%. Der Anteil der von diesen beiden Gruppen erwarteten Arbeitsplätze beträgt dagegen 74,4% bzw. 73,6% (Autio, 2005).

Ein interessanter Vergleich ist möglich zwischen der HEE-Situation in Deutschland und den USA, denn in der Regel gelten die USA als „Ideal“ einer gründungsfreundlichen Umgebung. Nach der oben genannten Definition von Wachstumsstärke – 20 oder mehr erwartete Beschäftigte nach fünf Jahren – besteht ein deutlicher Unterschied in der

---

<sup>14</sup> Für Wachstumsstärke gibt es keine allgemeingültige Definition. Für andere Definitionen vergleiche zum Beispiel Almus (2002), Brüderl & Preisendörfer (2000) und Davidsson & Henrekson (2002).



HEE-Aktivität: in den USA sind 1,6% der Befragten an HEE-Gründungsaktivitäten beteiligt, während der Anteil in Deutschland nur 0,7% beträgt. Erhöht man die Anforderung an die Wachstumsstärke auf 50 oder mehr erwartete Beschäftigte nach fünf Jahren, sinken die Anteile auf etwa ein Drittel (USA: 0,6%, Deutschland: etwa 0,23%).

Diese Zahlen legen aber gleichzeitig nahe, dass eine vergleichbar große Gruppe von High-Expectation-Entrepreneuren – nämlich diese oberen 0,6-0,7% der Wachstumserwartungen – in den USA ein deutlich größeres Wachstum (50 oder mehr erwartete Mitarbeiter) voraussehen als in Deutschland (20 oder mehr erwartete Mitarbeiter). Eine mögliche Interpretation: die HEE-Aktivität in Deutschland hat einen ähnlich hohen Umfang wie in den USA, nur ist dort das Ausmaß des erwarteten Wachstums deutlich höher als in Deutschland. Dies liegt möglicherweise an besseren Wachstumsbedingungen in den USA. Allein der nationale Markt, der oft zuerst wahrgenommen wird, ist in den USA deutlich größer als in Deutschland. Weiter sind in den USA größere Finanzierungsvolumina in früheren Gründungsstadien verfügbar, und es existiert eine bessere Gründungsinfrastruktur.

Trotzdem ist die durchschnittlich angestrebte Firmengröße wachstumsstarker Gründungen in den USA und in Deutschland ebenfalls vergleichbar. Der Unterschied liegt in der Häufigkeit, mit der gegebene Wachstumsstärken erwartet werden: die ist in den USA etwa doppelt so hoch wie in Deutschland. Dieses Verhältnis spiegelt die Situation bei der allgemeinen Gründungsaktivität wieder: USA 12,4%, Deutschland 5,4% (Minniti, Bygrave & Autio, 2006).

Der GEM-HEE-Bericht identifiziert als besonders relevant für die Wahrscheinlichkeit einer wachstumsstarken Gründung die Faktoren *Motivation*, *Ausbildung* und *Einkommen* der Gründer: positiven Einfluss auf hohe Wachstumserwartungen haben Gelegenheits-Motivation, hohe Bildung und hohes Einkommen eines Gründers (Autio, 2005, Cassar, 2006).

Gansel, Raith & Wilker (2005) haben in einer Studie festgestellt, dass die Tatsache, dass ein Gründer einen Hochschulabschluss besitzt, ein besserer Indikator für zu erwartende Wachstumsstärke ist als die Unterscheidung von Gründern in Gelegenheits- und Verlegenheitsgründer. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Gründer aus der Hochschule erwartet ein wachstumsstarkes Unternehmen zu gründen, ist um 97% höher als bei einem Nicht-Hochschulabsolventen. Weiter konnten wir feststellen, dass wachstumsstarke Gründungen auf eine funktionierende und leistungsfähige Infrastruktur angewiesen sind, diese jedoch nicht allein ausreicht, um solche Gründungen zu initiieren. Flankierende Ausbildungsmaßnahmen zur Schaffung einer Gründerkultur im Umfeld einer Universität haben sich ebenfalls als zuträglich für die Schaffung wachstumsstarker Unternehmen erwiesen.

Der GEM-HEE-Report weist darauf hin, dass wachstumsstarke Gründungsaktivität so selten auftritt, dass eine empirische Erfassung schwierig ist (Autio, 2005). Eine Betrachtung von Einzelfällen kann deshalb sinnvoll sein. Die Relevanz des Faktors Bildung in diesem Kontext legt nahe, im Umfeld von Hochschulen nach dem Auftreten von HEE-Aktivität zu suchen. Dies wird unterstützt durch die höhere Wahrscheinlichkeit, dass ein Hochschulgründer auch ein Gelegenheitsgründer ist. Aus diesem Grund untersuchen wir anhand der Fallstudie der Universität Magdeburg, ob

diese Erwartung bestätigt wird und welche Faktoren die Gründungsaktivität an Hochschulen außerdem beeinflussen. Ein hohes Einkommen ist in der Hochschullandschaft zunächst nicht offensichtlich; an dieser Stelle ist es interessant, nach möglichen Alternativen zu suchen, mit denen der konkrete Nutzen eines hohen Einkommens im Gründungsprozess ersetzt werden kann.

### **3. Zur Erhebungsmethode**

Die Gründungsaktivität an der Universität Magdeburg wurde mit Hilfe einer Analyse aller Unternehmensgründungen durch Studenten, Absolventen und Mitarbeiter der Universität der letzten 16 Jahre quantifiziert. Dabei erfolgte eine Datenerfassung jeweils zu Beginn der Jahre 2004, 2005 und 2006. Es wurden sowohl quantitative als auch qualitative Daten gewonnen: Anzahl der Gründungen, Beschäftigtenzahlen (Voll- und Teilzeit), Branchenzugehörigkeit und Rechtsform gegründeter Unternehmen lassen Aussagen über die Wirkung zu, während die Nachhaltigkeit anhand von erwartetem Mitarbeiterwachstum zum Zeitpunkt der Gründung, tatsächlichem Mitarbeiterwachstum und Erfassung des Fortbestands der gegründeten Unternehmen beurteilt werden kann. In einem zweiten Schritt wurden die gewonnenen Daten qualitativ in Verbindung zu den gründungsorientierten Infrastrukturmaßnahmen des Landes Sachsen-Anhalt, der Stadt Magdeburg und der Universität Magdeburg gebracht.

Mangels eines zentralen Registers der in Frage kommenden Unternehmen wurde eine Primärerhebung durchgeführt. Erhebungsmethode war eine systematische, fragebogengestützte Telefonumfrage, in deren Rahmen ein Großteil der Zielgruppe gefunden und direkt kontaktiert werden konnte. Als Zielgruppe wurden

Unternehmensgründungen innerhalb der letzten 16 Jahre durch Absolventen oder Angehörige der Universität Magdeburg festgelegt. Bei der Erhebung wurden weitere Unternehmen durch Verweisung von bereits bekannten, kontaktierten Unternehmen gefunden. Während der dritten Erhebung zu Beginn des Jahres 2006 wurden neben Neugründungen des Jahres 2004 und 2005 nur wenige bereits früher gegründete und noch nicht erfasste Unternehmen entdeckt, was einen Schluss über die Vollständigkeit der Untersuchung zulässt: Gründungen, die zeitlich und räumlich eine gewisse Nähe zur Universität aufweisen, dürften demnach nahezu vollständig erfasst sein; Gründungen am Anfang des Untersuchungszeitraums sowie von solchen Absolventen, die vor längerer Zeit die Universität verlassen und außerhalb der Region gegründet haben, sind unterrepräsentiert. So ist das Gesamtergebnis der Untersuchung eher eine Unterschätzung der Gründungsaktivitäten aus der Universität Magdeburg, für die Region Magdeburg jedoch von hoher Genauigkeit.

Aufgrund der Erhebungsmethode wurden praktisch nur solche Unternehmen erfasst, die zum Untersuchungszeitpunkt noch einer aktiven Geschäftstätigkeit nachgingen. Unternehmen, die zwar im Untersuchungszeitraum gegründet wurden, aber vor dem Untersuchungszeitpunkt aufgehört haben zu existieren, wurden durch die Umfrage nur unzureichend erfasst, da hier nur Informationen aus dritter Hand vorlagen, deren Prüfung im Rahmen der verfügbaren Ressourcen nicht möglich war. Der gewonnene Datensatz beinhaltet ausschließlich Aussagen über tatsächliche Gründer, ihre vollzogenen Gründungen, die durch sie geschaffenen Arbeitsplätze sowie die Branche und Rechtsform der Unternehmen der letzten 16 Jahre. Dagegen wird im GEM Deutschland ein repräsentativer Querschnitt der Bevölkerung nach Gründungsabsicht,

Gründungsmotivation, erfolgter Gründung und Wachstumserwartungen befragt. Demnach lassen die im Rahmen dieser Untersuchung verwendeten Daten umfangreiche qualitative und quantitative Aussagen über die Gründungsaktivität an der Universität Magdeburg zu. Vor allem wenn die Entwicklung der Anzahl der Arbeitsplätze als Indikator für die Wachstumsstärke eines Unternehmens gesehen wird, können auf der Basis dieser Ergebnisse genauere Aussagen über die Wirkung von Infrastrukturmaßnahmen und damit über mögliche Ansatzpunkte und Zielrichtungen von Förderpolitik getroffen werden.

Als Ergebnis unserer Untersuchung liegt eine Liste von insgesamt 115 seit dem Jahr 1990 gegründeten und zum Anfang des Jahres 2006 noch existierenden Unternehmen vor. Bei den älteren dieser Unternehmen handelt es sich also zumindest um eine überlebensstarke, wenn nicht wachstumsstarke Selektion. Aus dieser Grundgesamtheit wählen wir in der vorliegenden Untersuchung 70 Gründungen zur näheren Betrachtung aus. So berücksichtigen wir nur Gründungen mit Vollzeitbeschäftigten, vollzeitbeschäftigten Gründern oder beidem. Weiterhin schließen wir eingetragene Vereine aus der Betrachtung aus. Da wir nur die regionalen Auswirkungen untersuchen, wurden außerdem ausschließlich Unternehmen berücksichtigt, die ihren Firmensitz in Magdeburg oder Umgebung haben.<sup>15</sup> Alle folgenden Analysen beziehen sich ausschließlich auf die 70 selektierten Gründungen.

---

<sup>15</sup> Hier konnten wir 13 Unternehmen mit Firmensitz außerhalb Magdeburg und Umgebung identifizieren, die 73 Vollzeitbeschäftigte und 3 Teilzeitbeschäftigte generierten.

Durch diese Beschränkung sind die getroffenen Aussagen über Umfang und Intensität der Gründungsaktivitäten eher als konservativ aufzufassen, was jedoch die Gefahr einer Überschätzung verringert. Der erhobene Datensatz lässt bei näherer Betrachtung einige zusätzliche, qualitative Aussagen über die nicht berücksichtigten Unternehmen zu. Dabei fällt eine Klasse von Unternehmen auf, die von Angehörigen der Universität „nur“ im Nebenerwerb betrieben werden, da die Gründer eigentlich Vollzeit-Studierende oder Vollzeit-Beschäftigte sind. Branche, Geschäftsform und Umsatz, soweit bekannt, legen die Vermutung nahe, dass die betreffenden Gründer bei Wegfall ihrer derzeitigen Vollzeit-Tätigkeit „Studium“ oder „Anstellung“ nahtlos in die Vollzeit-Tätigkeit „Unternehmer“ überwechseln. Wir erwarten deshalb, dass diese Klasse von Unternehmen bei Fortbestehen im Rahmen einer späteren Untersuchung nach unseren Kriterien Berücksichtigung finden wird.

Um unseren Datensatz besser in Relation zu den Ergebnissen der GEM-Länderberichte Deutschland zu stellen, wurde an Gründungen ab dem Jahr 2003 ein erweiterter strukturierter Fragebogen gerichtet. Diese Gruppe umfasst 22 Gründer. Um die Gründungsmotivation zu erfassen, wurde diese Gruppe nach möglichen Alternativen zur Gründung befragt. Die Antworten wurden nach Kategorien abgestuft erfasst. Von den 16 Antworten identifizieren wir 15 als Gelegenheitsgründungen und nur eine als Verlegenheitsgründung. Zusätzlich wurde der Zeitpunkt der Entstehung der Gründungsabsicht in dieser Gruppe erhoben: Sechzehn der Befragten gaben an, dass die Gründungsabsicht während ihrer Zeit an der Universität Magdeburg entstand, bei vier Gründern war dies nicht der Fall, die anderen machten keine Angaben. Weitere Befragungsergebnisse dieser Gruppe werden im folgenden Abschnitt, der den

regionalen Einfluss von Gründungsaktivitäten aus der Universität Magdeburg untersucht, diskutiert.

#### **4. Regionale Auswirkungen**

Die Universität Magdeburg befindet sich in einem Umfeld mit überdurchschnittlich hoher Arbeitslosigkeit von 21,3 Prozent in Magdeburg und 21,7 Prozent in Sachsen-Anhalt<sup>16</sup>. Die Landeshauptstadt hat zusätzlich mit starkem Bevölkerungsschwund zu kämpfen. Die Hauptwohnsitzbevölkerung reduzierte sich von 278.807 in 1990 auf 229.126 in 2005.<sup>17</sup> Neben diesen Einflüssen ist es für die ökonomische Zukunftsentwicklung besonders negativ, dass gut ausgebildete junge Personen die Region verlassen, um einer abhängigen Beschäftigung vor allem in den alten Bundesländern nachzugehen – gerade die Gruppe also, der eine höhere Erfolgswahrscheinlichkeit im Fall einer Gründung zugetraut wird. Vor diesem Hintergrund sind die regionalen Auswirkungen des Ideen- und Technologietransfers von Studenten, Absolventen und Mitarbeitern der Universität Magdeburg in Form von Neugründungen von besonderer Bedeutung.

Die Gründungsaktivitäten führten zu den im Folgenden betrachteten 70 Unternehmen, deren Entwicklung in Abbildung 8 dargestellt ist. An den Gründungen dieser Unternehmen waren mindestens 130 Studenten, Absolventen und Mitarbeiter der

---

<sup>16</sup> Statistisches Landesamt Sachsen-Anhalt: Jahresdurchschnittsberechnung mit Gebietsstand der jeweiligen Monatsendwerte des Jahres 2005, bezogen auf die abhängigen zivilen Erwerbspersonen.

<sup>17</sup> Statistisches Landesamt Sachsen-Anhalt: Hauptwohnsitzbevölkerung in den entsprechenden Jahren.

Universität beteiligt. Dabei wurden 29% (20) der heute bestehenden Unternehmen durch Einzelgründungen und 71% (50) durch Teamgründungen ins Leben gerufen. Die im Zeitverlauf schwankenden Gründungszahlen kennzeichnen nicht nur unterschiedlich starke Gründungsaktivitäten zwischen den Jahren, sondern auch Schwankungen in der Anzahl überlebensstarker Unternehmen, insbesondere bei den älteren Unternehmen (vor 2000). Über den Zeitraum von 16 Jahren erkennt man an der kumulierten Entwicklung aber eine langfristig streng monoton wachsende und sich nachhaltig etablierende Unternehmenslandschaft im Umfeld der Universität Magdeburg.

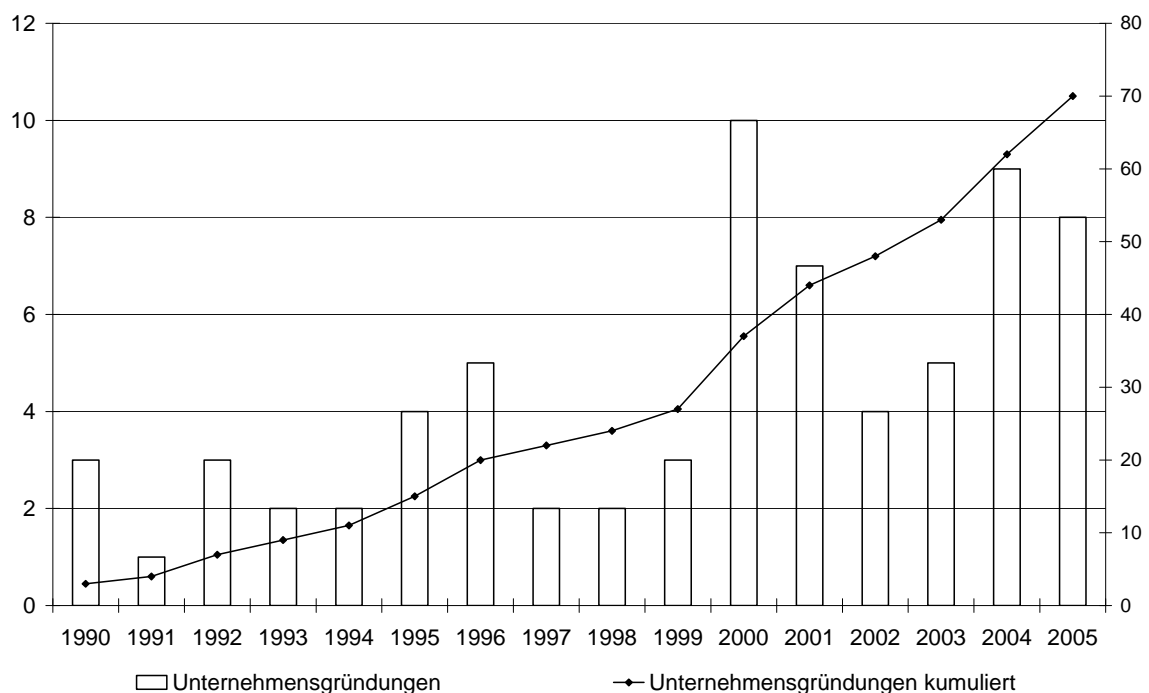


Abbildung 8: Unternehmensgründungen

Abbildung 9 veranschaulicht, wie sich die Gründungsdynamik langfristig auf die regionale Arbeitsplatzentwicklung auswirkt. In einem Bundesland, in dem nach der Wiedervereinigung ganze Branchen zusammengebrochen sind, sind insgesamt 808



Arbeitsplätze (darunter 652 Vollzeitbeschäftigte und 156 Teilzeitbeschäftigte) bzw. durchschnittlich zwölf Arbeitsplätze pro Gründung aus der Universität entstanden. Dies bedeutet über 16 Jahre ein Wachstum von durchschnittlich insgesamt ca. 51 Arbeitsplätzen (darunter 41 Vollzeitbeschäftigte) pro Jahr. Die Beobachtung, dass es sich überwiegend um Vollzeitarbeitsplätze handelt, resultiert aus der Selektion der 70 betrachteten Unternehmen. Die tatsächliche Gesamtbeschäftigung ist demnach höher anzusetzen. Auch ist die Bedeutung von Teamgründungen auffällig: 80% (649) der heute existierenden Arbeitsplätze wurden durch Teamgründungen generiert. Diese Unternehmen beschäftigen heute durchschnittlich 12,98 Mitarbeiter, während dieser Wert für Einzelgründungen nur bei 7,95 liegt.

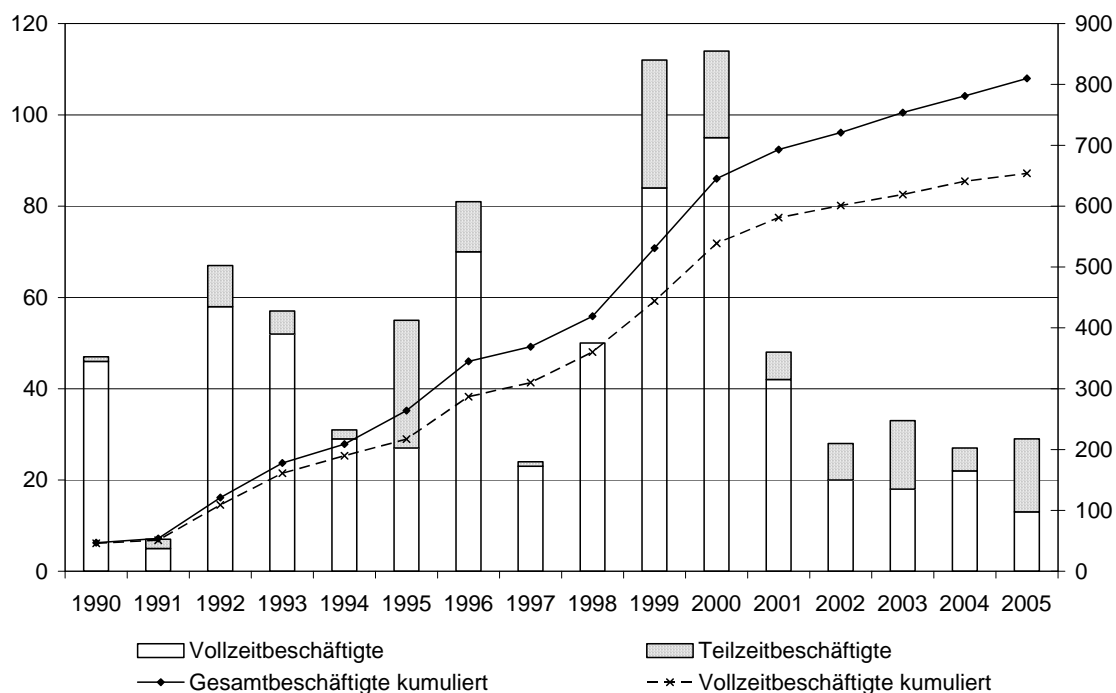
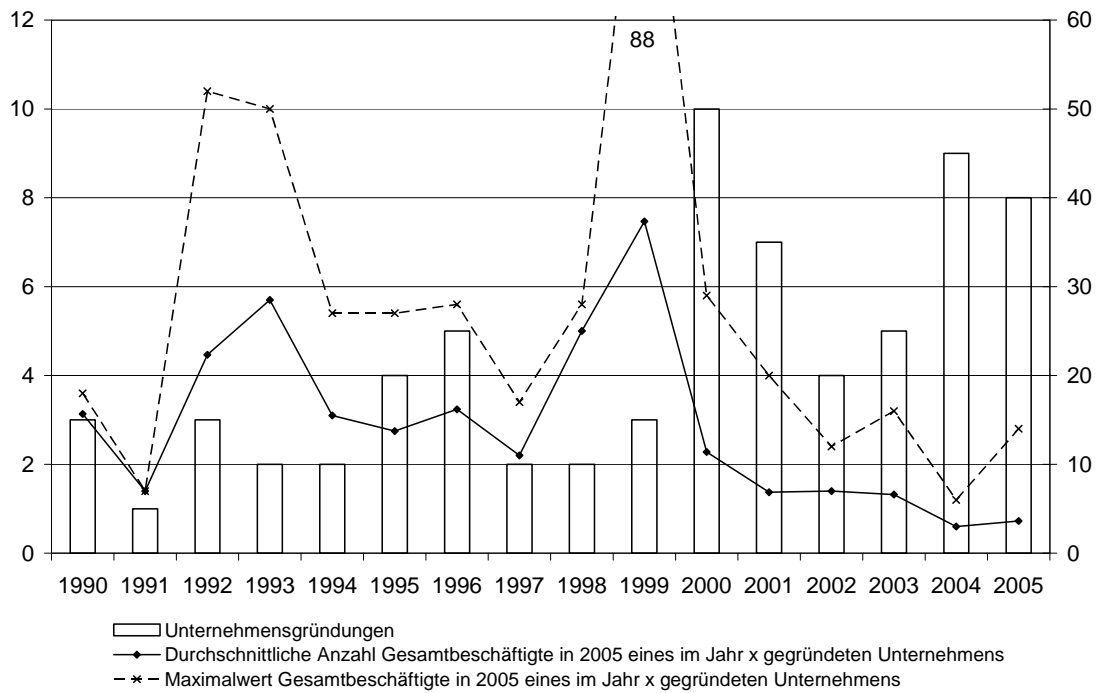


Abbildung 9: Heutige Voll- und Teilzeitbeschäftigte eines im Jahr x gegründeten Unternehmens

Abbildung 10 vermittelt einen Eindruck, wie sich die Unternehmensgründungen in den einzelnen Jahren auf die Arbeitsplatzentwicklung ausgewirkt haben. Die durchschnittlichen Gesamtbeschäftigten in 2005 eines im Jahr x gegründeten Unternehmens geben Aufschluss über die durchschnittliche Größe dieser Unternehmen zum heutigen Zeitpunkt. Die Maximalwerte zeigen die Größe der in jedem Jahr jeweils wachstumsstärksten Unternehmen. Geht man davon aus, dass Gründungsteams in der Regel am Anfang nur aus zwei bis drei Personen bestehen, dann erkennt man in Abbildung 10 am Maximalwert, dass nach wenigen Jahren teilweise Unternehmen mit beachtlicher Mitarbeitergröße entstanden sind. Der Mittelwert für die Anzahl der Gesamtbeschäftigten liegt bei 11,54 (der maximale Wert liegt bei 88 und der Minimale bei 1). Dem haftet aber die Kritik an, dass jüngere Gründungen überrepräsentiert sind und damit den Mittelwert nach unten ziehen. Der Mittelwert über die jährlichen Mittelwerte beträgt 14,42.



*Abbildung 10: Durchschnittliche Anzahl Gesamtbeschäftigte und Maximalwert Gesamtbeschäftigte in 2005 eines im Jahr x gegründeten Unternehmens*

Dagegen stellt Abbildung 11 das durchschnittliche Mitarbeiterwachstum seit Unternehmensgründung dar.

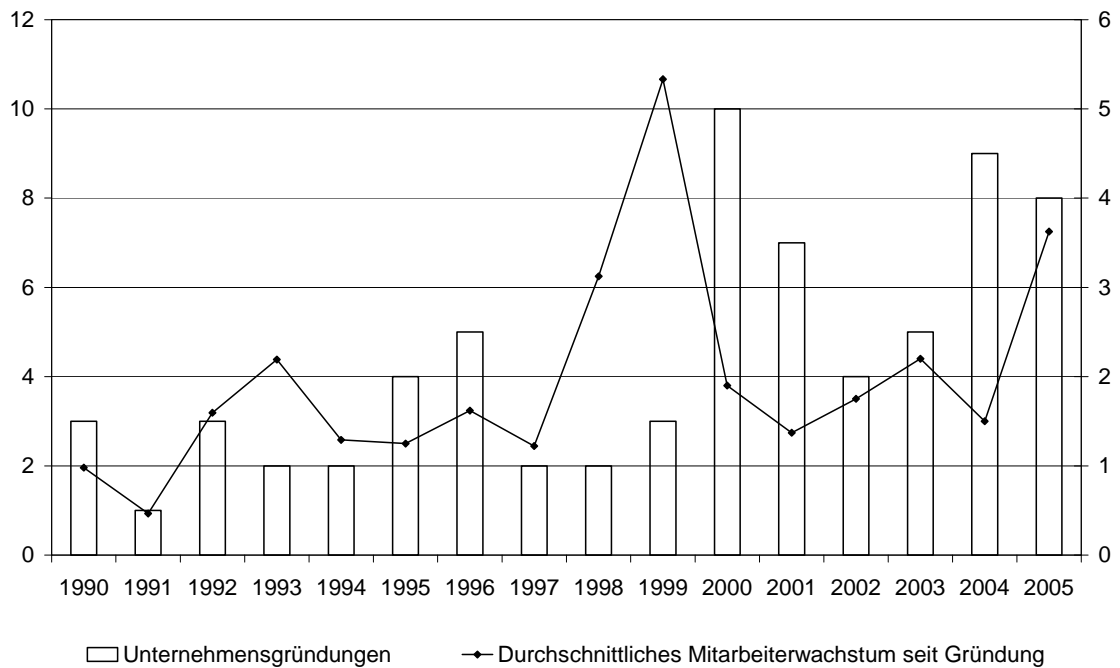


Abbildung 11: Durchschnittliches Mitarbeiterwachstum seit Unternehmensgründung

Eine detaillierte Aufschlüsselung der Wachstumsstärken für die 70 betrachteten Unternehmen zeigt Tabelle 2. Die Zahlen verdeutlichen die regionale Bedeutung von wachstumsstarken Unternehmen: Immerhin ein Fünftel der Unternehmen wachsen um drei oder mehr Mitarbeiter pro Jahr. Dabei wurden von diesem Fünftel 45% der Gesamtbeschäftigten generiert. Auf der anderen Seite tragen 37% der wachstumsschwächsten Unternehmen nur 15% zu den gesamten Beschäftigten bei. 9% der Unternehmen haben nach durchschnittlich fünf Jahren mindestens 20 Beschäftigte. Dabei ist noch einmal hervorzuheben, dass es sich bei diesen Zahlen um die tatsächliche ex-post gemessene Wachstumsstärke der Unternehmen handelt und nicht um die von den jungen und werdenden Gründern erwartete Wachstumsstärke.

Die hier ermittelten Zahlen sind jedoch auch aus weiteren Gründen mit den Daten des GEM Deutschland nicht direkt vergleichbar. Bei den Gründern handelt es sich nur um Studenten, Absolventen und Mitarbeiter der Universität. Ferner handelt es sich bei den betrachteten Unternehmen ausschließlich um diejenigen Gründungen aus der Universität, die bis 2005 überlebt haben. Ziel der Untersuchung war es zu ermitteln, welche regionalen Auswirkungen durch Unternehmensgründungen langfristig „unter dem Strich“ herauskommen. Zudem haben wir zwecks Vergleichbarkeit mit dem GEM Deutschland an neue Gründungen ab dem Jahr 2003 die Frage nach der eigenen Wachstumserwartung gerichtet („Wie viele Mitarbeiter erwarten Sie fünf Jahre nach der Gründung zu beschäftigen?“) Interessanterweise weicht dieser Wert von den Befragungsergebnissen des GEM Deutschland ab. Anscheinend sind die Befragten nicht wie häufig kritisiert „overconfident“ (vgl. z.B. Keh, Foo & Lim, 2002, Simon & Houghton, 2000), sondern etwas realistischer. Der Mittelwert liegt bei 6,3, der Median bei 5,5 und der maximale Wert bei 20 bzw. der minimale Wert bei 0.

	Durchschnittliches Wachstum der Gesamtbeschäftigten pro Jahr seit Gründung					
	< 1	≥ 1	≥ 2	≥ 3	≥ 4	≥ 5
<b>Anzahl der Gründungen</b>	26	44	31	15	6	3
<i>Anteil</i>	37%	63%	44%	21%	9%	4%
<b>Anzahl der Gesamtbeschäftigten</b>	118	690	596	364	171	118
<i>Anteil</i>	15%	85%	74%	45%	21%	15%

*Tabelle 2: Gruppierung nach durchschnittlichem Wachstum der Gesamtbeschäftigten pro Jahr seit Gründung. Die Kategorien „<1“ und „≥1“ ergeben zusammen 100%.*

## **5. Die Einflüsse von Infrastruktur- und Fördermaßnahmen auf die regionalen Auswirkungen**

Im Untersuchungszeitraum wurden im Umfeld der Universität Infrastrukturmaßnahmen umgesetzt, die allgemein eine Verbesserung der Gründungsmöglichkeiten aus der Universität heraus zum Ziel hatten. Diese Maßnahmen sind inzwischen ein etablierter Bestandteil der Gründungslandschaft der Universität und zeigen eine entsprechende Wirkung. Gemeinsame Merkmale der Maßnahmen sind ein Raum- und Flächenangebot an Firmen und Forschungsk Kooperationen mit der Universität, die zugehörige Standard-Infrastruktur für Gebäudetechnik und Kommunikation und Service- und Beratungsleistungen, auch für Gründer.

Das *Innovations- und Gründerzentrum Magdeburg GmbH* (igz Magdeburg) beherbergt zur Zeit 80 Firmen mit Schwerpunkt im Ingenieurwesen und Maschinenbau.<sup>18</sup> Das *Zentrum für Neurowissenschaftliche Innovation und Technologie* (ZENIT) verfolgt den Transfer der Forschungsergebnisse des Schwerpunkts Neurowissenschaften der Universität (Neuropharmakologie, Neuromedizinische Technik und Angewandte Neuroinformatik) in verwertbare Produktentwicklungen, auch in Form von Neugründungen einschlägiger Unternehmen.<sup>19</sup> In der *Experimentellen Fabrik Magdeburg* (ExFa) wird anwendungsorientierte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Produkt-, Verfahrens- und Prozessinnovation für Industrieunternehmen

---

<sup>18</sup> <http://www.igz-md.de>

<sup>19</sup> <http://www.zenit-magdeburg.de/konzeption.shtml>

betrieben.<sup>20</sup> Zusätzlich stellt auch die Universität Magdeburg selbst in wenigen Fällen ihre Infrastrukturleistungen für Gründer zur Verfügung.<sup>21</sup>

Zieht man von den 70 Unternehmensgründungen alle Gründungen ab, die innerhalb der eben genannten Infrastrukturmaßnahmen entstanden oder dort zu einem späteren Zeitpunkt eingezogen sind (im Folgenden kurz „Gründungen mit Infrastrukturmaßnahmen“), ergeben sich 45 Gründungen (im Folgenden kurz „Gründungen ohne Infrastrukturmaßnahmen“). Von allen 25 Unternehmen mit Infrastrukturmaßnahmen haben derzeit 24 ihren Standort in Infrastrukturmaßnahmen. Zieht man entsprechend von allen 70 Unternehmen die Beschäftigten in Infrastrukturmaßnahmen ab, bleiben insgesamt 426 Beschäftigte (durchschnittlich 9 pro Gründung). Davon sind 311 Vollzeit und 115 Teilzeit. Folglich sind in den 25 Unternehmen mit Infrastrukturmaßnahmen (entsprechen 36%) insgesamt 382 Personen (entsprechen 47% aller Beschäftigten; durchschnittlich 15 pro Gründung) beschäftigt. Die Anzahl der Gründungen mit und ohne Infrastrukturmaßnahmen ist in Abbildung 12 über den Untersuchungszeitraum veranschaulicht. Zudem sind überproportional häufig Teamgründungen in Infrastrukturmaßnahmen vertreten (44%), während nur 15% der Einzelgründungen Infrastrukturmaßnahmen in Anspruch nahmen.

---

<sup>20</sup> <http://www.exfa.de/de/about/index.php>

<sup>21</sup> <http://www.uni-magdeburg.de>

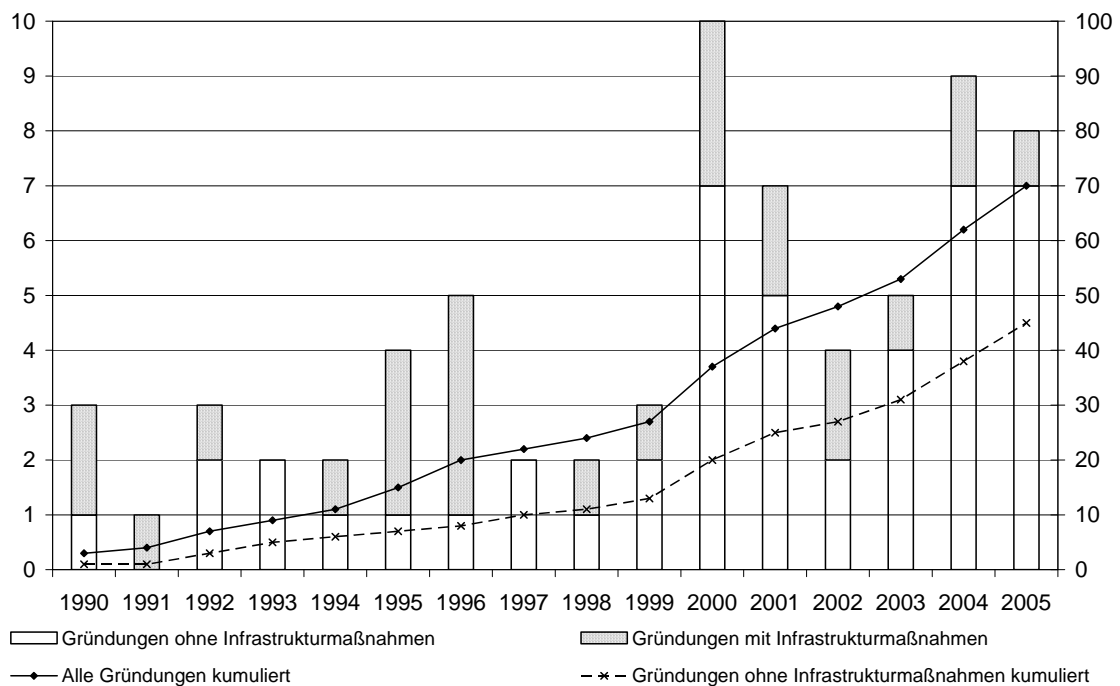


Abbildung 12: Gründungen mit und ohne Infrastrukturmaßnahmen

Nach den vorliegenden Daten ist festzuhalten, dass ein relativ hoher Anteil aller Beschäftigten in Unternehmen mit Infrastrukturmaßnahmen beschäftigt ist. Auch liegt die durchschnittliche Anzahl Beschäftigter pro Unternehmen deutlich höher. Neben diesen positiven Arbeitsmarkteffekten ist jedoch zu beobachten, dass die Wirkungen hinsichtlich des Wachstums der Zahl der Beschäftigten abflachen. Seit 2001 ist für die Unternehmen mit Infrastrukturmaßnahmen hinsichtlich der kumulierten Beschäftigten eine Stagnation zu verzeichnen. Während die Zahl der Beschäftigten in Unternehmen ohne Infrastrukturmaßnahmen von 341 in 2001 auf 426 in 2005 gestiegen ist (entspricht einem Wachstum von 25%), ist im gleichen Zeitraum die Zahl der Beschäftigten in Unternehmen mit Infrastrukturmaßnahmen von 350 auf „nur“ 382 gewachsen (ein Wachstum von 9%). Die folgenden Abbildungen 13 und 14 verdeutlichen diesen Sachverhalt.



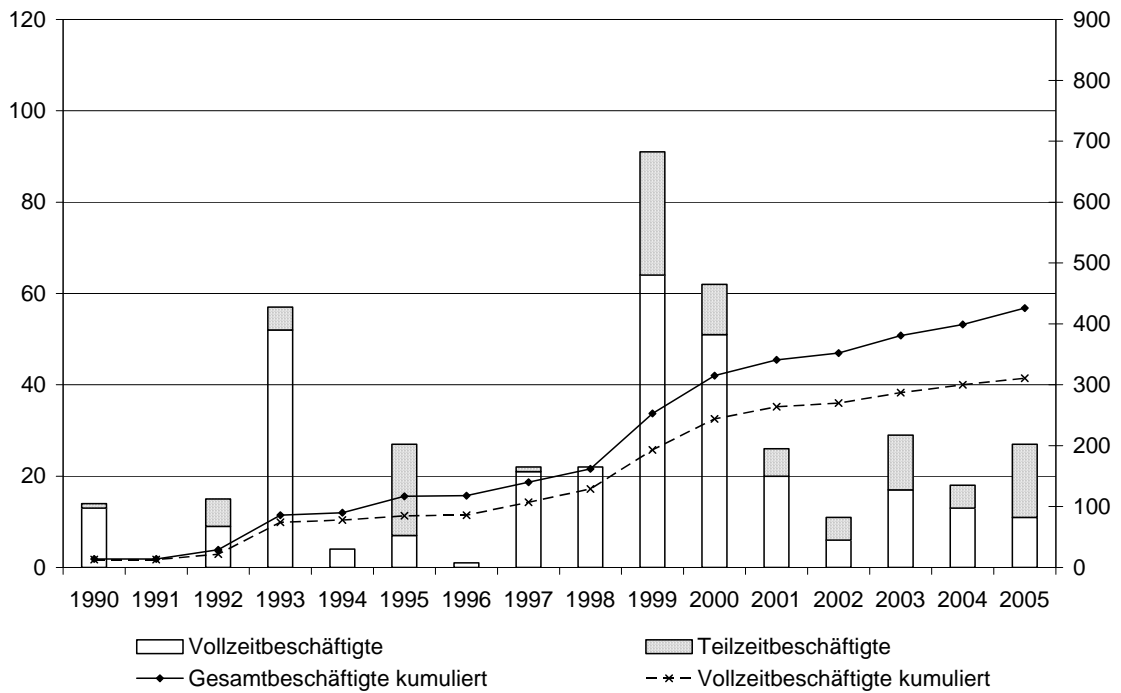


Abbildung 13: Beschäftigte in Gründungen ohne Infrastrukturmaßnahmen (45 Gründungen)

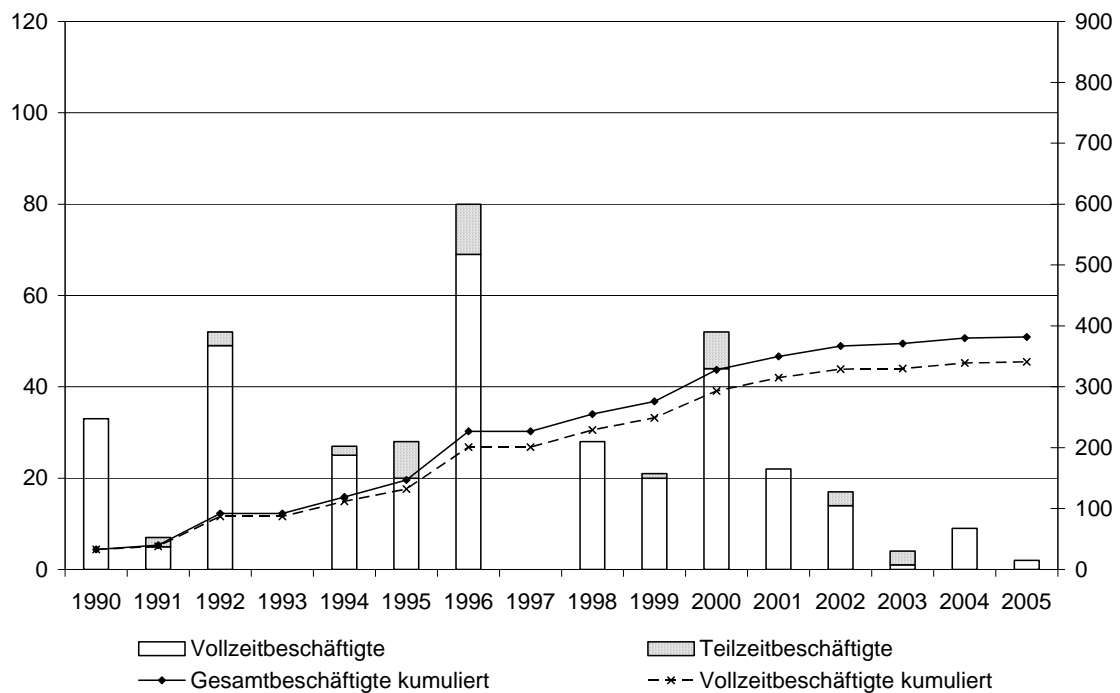
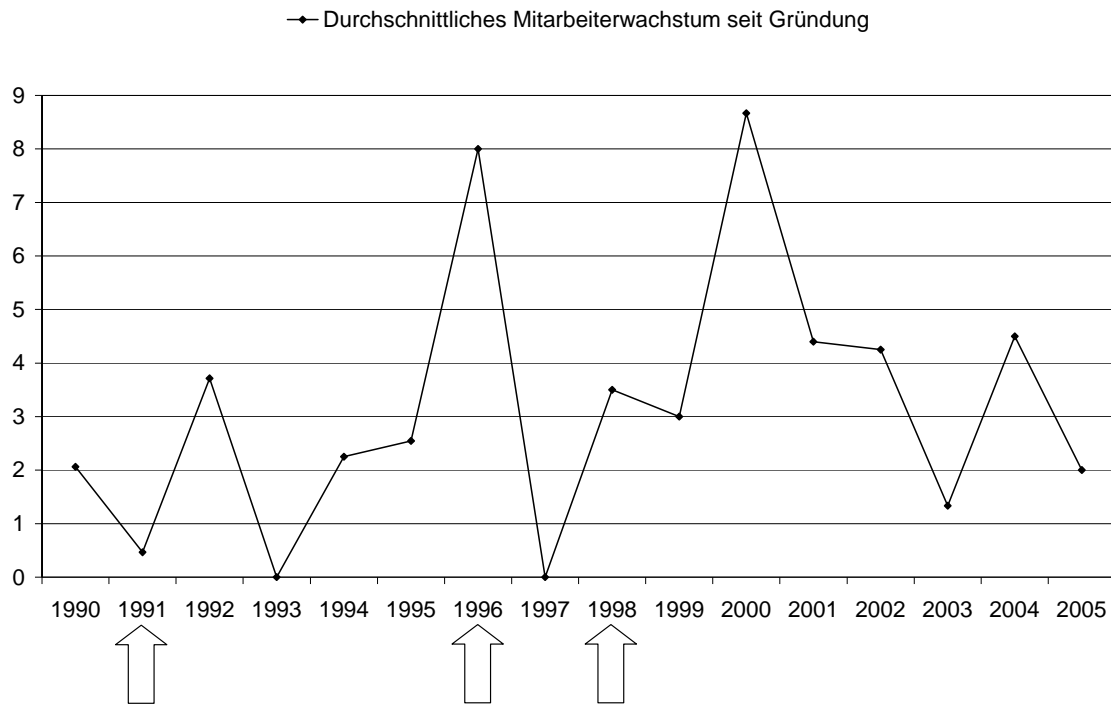


Abbildung 14: Beschäftigte in Gründungen mit Infrastrukturmaßnahmen (25 Gründungen)

Obwohl in den einzelnen Jahren Gründungsprojekte unterschiedlicher Art realisiert wurden, ist es interessant, die durchschnittliche Wachstumsstärke der gegründeten Unternehmen auch über die Jahre zu vergleichen, weil dadurch die Auswirkungen der Infrastrukturmaßnahmen sichtbar werden. Eine Form der Darstellung liefert Abbildung 15, die das durchschnittliche Mitarbeiterwachstum seit Gründung der 25 Unternehmen mit Infrastrukturmaßnahmen wiedergibt. Es ist zu erkennen, dass die Infrastrukturmaßnahmen in den Jahren 1991, 1996 und 1998 jeweils überdurchschnittlich wachstumsstarke Gründungen in Infrastrukturmaßnahmen nach sich ziehen.



*Abbildung 15: Durchschnittliches Mitarbeiterwachstum der Unternehmen mit Infrastrukturmaßnahmen*

Das unterschiedliche Mitarbeiterwachstum bezogen auf die 70 Unternehmensgründungen wird explizit in Abbildung 16 dargestellt und zeigt deutlich, dass 1992/93 und 1998/99 wachstumsstärkere Unternehmen gegründet wurden als z. B. Mitte der 90er Jahre. Auffällig ist die Wellenbewegung in den Gründungszahlen, die zeitverzögert der Wellenbewegung in den Wachstumsstärken hinterher zu laufen scheint. Der Durchführung gründungsrelevanter Infrastrukturmaßnahmen an und im Umfeld der Universität Magdeburg folgten einzelne wachstumsstarke Gründungen, die eine höhere Anzahl wachstumsschwächerer Gründungen nach sich zogen (verdeutlicht durch die beiden Pfeile in Abbildung 16), wobei diese Gründungsaktivität schnell wieder abnahm. Die bereitgestellte Infrastruktur schaffte die Grundlage für innovative wachstumsstarke Gründungen, sie konnte sie aber offensichtlich nicht nachhaltig

hervorbringen. Plausibel scheint, dass eine gewisse Anzahl innovativer Gründungsprojekte aus der Forschung schon bereitstand, als die Infrastruktur ausgebaut wurde. Diese Projekte konnten dann schnell umgesetzt werden. Um wachstumsstarke Unternehmen jedoch nachhaltig hervorzubringen, hätte es auch einen entsprechenden Nachschub von gelegenheitsorientierten Gründern und leistungsstarken Projekten geben müssen. Da die Universität hierauf zu dem Zeitpunkt noch nicht ausgerichtet war, nahm sowohl die Anzahl als auch die Wachstumsstärke der Gründungsprojekte wieder ab.

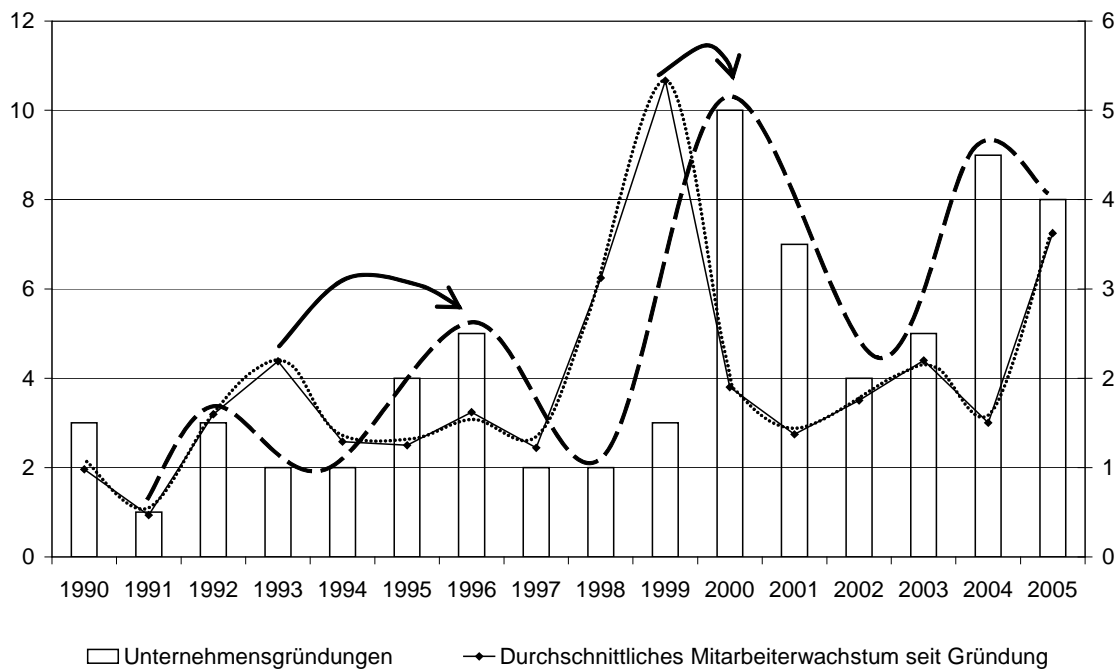


Abbildung 16: Unternehmensgründungen im Bezug zum durchschnittlichen Mitarbeiterwachstum

Trennt man die 70 Unternehmensgründungen in zwei Gruppen – Gründungen mit und ohne Infrastrukturmaßnahmen – ist aus Abbildung 17 deutlich zu erkennen, dass Gründungen mit Infrastrukturmaßnahmen ein höheres durchschnittliches Mitarbeiterwachstum aufweisen als Gründungen von Unternehmen ohne

Infrastrukturmaßnahmen. Demnach scheinen Unternehmensgründungen mit Infrastrukturmaßnahmen das Niveau an durchschnittlichem Mitarbeiterwachstum anzuheben.

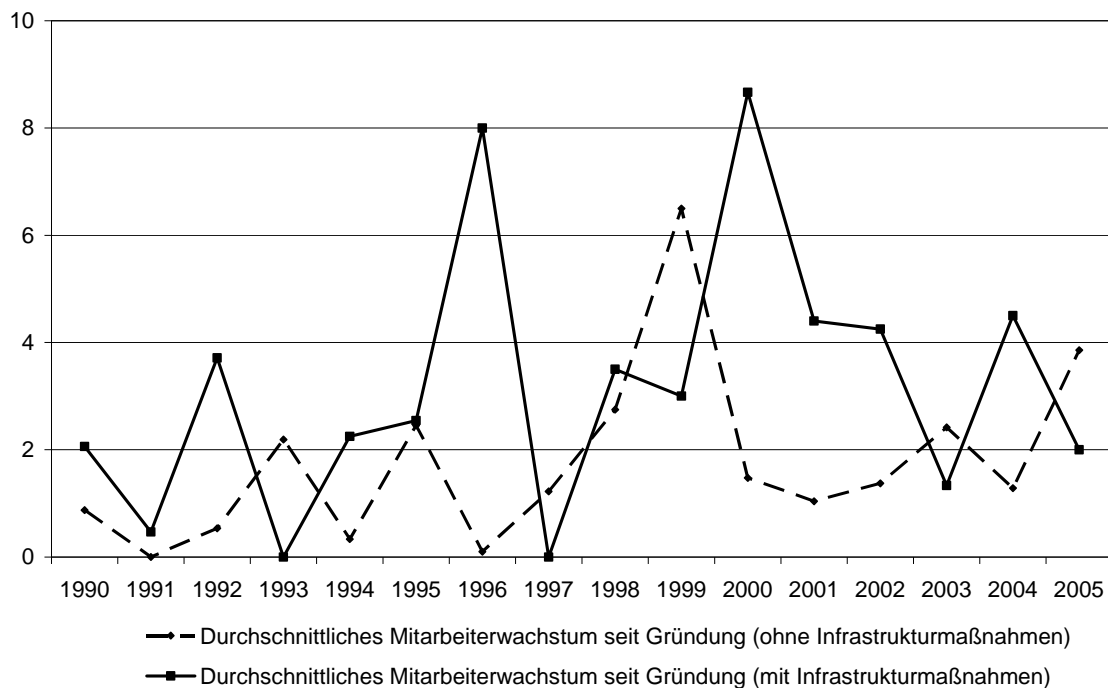


Abbildung 17: Durchschnittliches Mitarbeiterwachstum seit Gründung mit und ohne Infrastrukturmaßnahmen

Eine detaillierte Aufschlüsselung der Wachstumsstärken der beiden Gruppen liefern Tabelle 3 und Tabelle 4. Dabei ist zu erkennen, dass der Anteil wachstumsschwacher Gründungen von durchschnittlich weniger als einem Mitarbeiter pro Jahr bei Gründungen mit Infrastrukturmaßnahmen (24%) erheblich unter dem ohne Infrastrukturmaßnahmen (44%) liegt. Dagegen fällt der Anteil sehr wachstumsstarker Gründungen von durchschnittlich größer gleich fünf Beschäftigten pro Jahr für Gründungen ohne Infrastrukturmaßnahmen höher aus. In anderen Worten: Für Gründungen ohne Infrastrukturmaßnahmen ist die Varianz an durchschnittlichem

Mitarbeiterwachstum höher, wobei das durchschnittliche Mitarbeiterwachstum über die letzten 16 Jahre zum überwiegenden Teil darunter liegt (vergleiche nochmals die vorstehende Abbildung 17).

	Durchschnittliches Wachstum der Gesamtbeschäftigten pro Jahr seit Gründung (ohne Infrastrukturmaßnahmen)					
	< 1	≥ 1	≥ 2	≥ 3	≥ 4	≥ 5
<b>Anzahl der Gründungen</b>	20	25	18	8	4	3
Anteil	44%	56%	40%	18%	9%	7%
<b>Anzahl der Gesamtbeschäftigten</b>	77	349	316	196	122	118
Anteil	18%	82%	74%	46%	29%	28%

*Tabelle 3: Durchschnittliches Wachstum der Gesamtbeschäftigten pro Jahr seit Gründung ohne Infrastrukturmaßnahmen*

	Durchschnittliches Wachstum der Gesamtbeschäftigten pro Jahr seit Gründung (mit Infrastrukturmaßnahmen)					
	< 1	≥ 1	≥ 2	≥ 3	≥ 4	≥ 5
<b>Anzahl der Gründungen</b>	6	19	13	7	2	0
Anteil	24%	76%	52%	28%	8%	0%
<b>Anzahl der Gesamtbeschäftigten</b>	41	341	280	168	49	0
Anteil	11%	89%	73%	44%	13%	0%

*Tabelle 4: Durchschnittliches Wachstum der Gesamtbeschäftigten pro Jahr seit Gründung mit Infrastrukturmaßnahmen*

Wechseln wir nun den Fokus von Infrastrukturmaßnahmen zu Fördermaßnahmen. 41 der 70 Unternehmen bekamen keine Fördermaßnahmen, 29 erhielten Fördermaßnahmen, wobei die 29 Unternehmen insgesamt 35 Fördermaßnahmen in Anspruch nahmen. Von diesen 29 erhielten zum Zeitpunkt der Befragung noch 12 Unternehmen Fördermaßnahmen. Zudem ist anzumerken, dass der Unterschied zwischen Einzel- und Teamgründungen hinsichtlich der in Anspruch genommenen Fördermaßnahmen nicht wesentlich voneinander abweicht (35% zu 44%). Im Rahmen

der Erhebung mussten wir feststellen, dass nicht alle Unternehmen bei der Befragung die tatsächlich erhalten Fördermaßnahmen angaben. Hier konnten wir die Daten mittels einer Recherche öffentlich zugänglicher Informationen (z.B. der einzelnen Homepages) ergänzen.

In den 29 Unternehmen mit Fördermaßnahmen (entsprechen 41%) sind Ende 2005 363 Personen beschäftigt (entsprechen 45%). Von den 25 Unternehmen, die sich in Infrastrukturmaßnahmen entwickelten oder in diese später zogen, erhielten 16 Unternehmen (entsprechen 64% von 25) insgesamt 21 Fördermaßnahmen (entsprechen 60% von 35). Dagegen erhielten von den 45 Unternehmen ohne Infrastrukturmaßnahmen nur 13 Unternehmen (entsprechen 29% von 45) insgesamt 14 Fördermaßnahmen (entsprechen 40% von 35). Weitere vergleichende Informationen zu Unternehmen mit/ohne Infrastrukturmaßnahmen und mit/ohne Fördermaßnahmen können der Tabelle 5 entnommen werden.

	Mit Infrastrukturmaßnahme		Ohne Infrastrukturmaßnahme	
	Mit Fördermaßnahme	Ohne Fördermaßnahme	Mit Fördermaßnahme	Ohne Fördermaßnahme
<b>Unternehmen</b>	16 64%	9 36%	13 29%	32 71%
<b>Beschäftigte</b>	264 69%	118 31%	99 23%	327 77%
<b>Durchschnittlich Beschäftigte</b>	16,50	13,11	7,62	10,22
<b>Durchschnittliches Mitarbeiterwachstum</b>	2,13	1,84	1,94	2,07

*Tabelle 5: Fördermaßnahmen und Infrastrukturmaßnahmen*

## 6. Zusammenfassung und Diskussion

Da das Wirtschaftswachstum durch die Gründung wachstumsstarker Unternehmen beeinflusst wird, kann es als Fundamentalziel einer Förderpolitik angesehen werden, die

Anzahl dieser Gründungen zu erhöhen. Als praktikabler und Erfolg versprechender Indikator für wachstumsstarke Unternehmen konnte mittels der Daten des GEM Länderberichts Deutschland der Hochschulabschluss von Unternehmensgründern identifiziert werden. Demnach lässt die Gruppe der Hochschulabsolventen überproportional häufig wachstumsstarke Gründungen erwarten. Ausgehend von diesen quantitativ belegten Überlegungen wurde versucht, weitere Merkmale dieser Gruppe zu identifizieren. Als Analyseobjekt dienten die Gründungsaktivitäten der Universität Magdeburg und deren regionale Auswirkungen.

Auffällig ist die regionale Auswirkung von wachstumsstarken Unternehmen: ein Fünftel der Unternehmen wachsen mit drei oder mehr Mitarbeitern pro Jahr. Auf dieses Fünftel entfallen 45% der generierten Arbeitsplätze. Neben dem Hochschulabschluss konnte der Teamgründung eine hohe Bedeutung zugemessen werden. 80% der heute existierenden Arbeitsplätze wurden durch Teamgründungen von Studenten, Absolventen und Mitarbeitern der Universität generiert. Auch liegt die durchschnittliche Anzahl der Beschäftigten von Teamgründungen über der von Einzelgründungen. Dies deutet möglicherweise auf einen weiteren Erfolgsfaktor universitärer Gründungen hin: im Umfeld der Universität sollte es für Mitarbeiter und Studenten besonders leicht sein, Gleichgesinnte und passend qualifizierte Mitstreiter zu finden und aus diesen ein Gründungsteam zusammen zu stellen.

Als dritter Faktor kommt den Infrastrukturmaßnahmen eine besondere Bedeutung zu. Diese bieten einen stimulierenden „Nährboden“ für wachstumsstarke Unternehmen. Es ist ein überdurchschnittlich hoher Anteil von Beschäftigten in Unternehmen mit Gründungen in Infrastrukturmaßnahmen zu verzeichnen. Dabei zieht die Einrichtung



von Infrastrukturmaßnahmen in zeitlicher Nähe überdurchschnittlich wachstumsstarke Gründungen in diesen nach sich, gefolgt von einer höheren Anzahl wachstumsschwächerer Gründungen. Eine plausible Erklärung scheint, dass eine gewisse Anzahl innovativer Gründungsprojekte aus der Forschung schon bereitstand, als die Infrastruktur ausgebaut wurde. Diese Projekte konnten dann schnell umgesetzt und das vorhandene „Gründungspotenzial“ abgeschöpft werden. Zudem weisen Gründungen in Infrastrukturmaßnahmen ein höheres durchschnittliches Mitarbeiterwachstum auf als Gründungen außerhalb von Infrastrukturmaßnahmen. Erstere heben also das Niveau an durchschnittlichem Mitarbeiterwachstum aller gegründeten Unternehmen von Studenten, Absolventen und Mitarbeitern der Universität. Zu den Infrastrukturmaßnahmen wirken Fördermaßnahmen ergänzend. Unternehmen, die Förder- und Infrastrukturmaßnahmen in Anspruch nehmen, verzeichnen eine überdurchschnittliche Anzahl an Beschäftigten.

Trotz der Grenzen unserer Erhebung legen diese Ergebnisse nahe, dass eine gezieltere Erforschung der Gründungstätigkeit aus Hochschulen und der Erfolgsindikatoren, insbesondere in Richtung verfügbarer Infrastruktur, Forschungsschwerpunkte und vorhandener Fördermaßnahmen, nützliche Ergebnisse für die Gestaltung der Förderung von Hochschulgründungen erbringen würde. Ähnliche Erhebungen müssten für weitere Hochschulen und größere Regionen, auch solche mit anderen Rahmenbedingungen als in der vorliegenden Untersuchung, durchgeführt werden, um die Gültigkeit der Aussagen zu bestätigen.

Die untersuchten Voraussetzungen für die Gründung wachstumsstarker Unternehmen sind an der Universität Magdeburg also erfüllt. Die Gründer haben einen

Hochschulabschluss, es stehen verschiedene Infrastrukturmaßnahmen zur Verfügung und es existieren Fördermaßnahmen, die von solchen Gründungen in Anspruch genommen werden können. Unsere Studie zeigt, dass aus diesen Voraussetzungen auch tatsächlich wachstumsstarke Unternehmen entstehen. Die Kombination dieser Faktoren ist kein Einzelfall, sondern findet sich auch an anderen Hochschulstandorten (allein die Infrastrukturmaßnahmen in ihrer speziellen Ausprägung existieren natürlich nur in Magdeburg, sind aber in ähnlicher Form und Funktion auch an anderen Standorten vorhanden). Die Kenntnis der Wirksamkeit dieser Faktoren liefert zugleich konkrete Ansatzpunkte für eine auf Hochschulen konzentrierte Förderpolitik.

Für eine Region wie Sachsen-Anhalt können mit der Förderung von Hochschulgründungen gleichzeitig zwei Ziele verfolgt werden: (i) Die Initiierung von mehr Gründungen in der Region und (ii) die Bindung von Absolventen an die Region. Denn Absolventen der Universität Magdeburg, die mit Unterstützung der Infrastruktur Unternehmen gründen, bleiben größtenteils der Stadt sowie dem Land Sachsen-Anhalt erhalten und generieren, sogar gegen den allgemeinen Trend, stetig Arbeitsplätze. Als förderpolitische Implikation unterstützen die Untersuchungsergebnisse dieser Studie, dass eine flächendeckende Förderung von Gründungsvorhaben nach dem „Gießkannenprinzip“ in Zeiten knapper öffentlicher Mittel wenig effektiv ist. Unter wachstums- und arbeitsmarktpolitischen Gesichtspunkten sollte die Förderung der Gründungsaktivitäten an Hochschulen im Vordergrund stehen.

# KAPITEL 4

---

## Financial Planning in Business Venturing\*

---

*Benjamin B. Gansel\*\**

---

\* Forthcoming in: *International Journal of Entrepreneurship and Innovation Management (IJEIM)*,  
Special Issue on: Strategic Approach for Successful Business Plan.

\*\* I gratefully acknowledge critical comments and suggestions from Sina Heinemann and the  
anonymous IJEIM reviewers for improving the original manuscript.

## **Abstract**

Current literature provides limited methods that aid entrepreneurs in understanding the financial magnitude of their decisions. Conventional planning approaches, appropriate in predictable industries, are adopted from large-scale international companies. The primary aim of those approaches is the creation of pro forma financial statements. This paper proposes a financial planning framework that goes beyond existing approaches. Firstly, it provides a decision aid that can improve the decision making of entrepreneurs by explicitly identifying critical decisions/uncertainties and revealing the flow of information as well as the sequence of decisions. Secondly, the framework enhances learning in a highly uncertain environment. Thirdly, it provides a method to accomplish the sequence of financial planning by quantifying the corporate strategy.

## **1. Introduction**

Entrepreneurial discovery can be characterized as “alertness” to available opportunities, which spur the entrepreneur to take innovative action (Kirzner, 1973, 1999). Although the discovery of an opportunity itself does not incur opportunity costs, before deciding whether to act on an opportunity, planning and calculation of costs and revenues are required. This is demonstrated by Koppl and Minniti (2003, 1999) using the simplest case of Kirzner's instantaneous arbitrage. The opportunity develops from its elemental form into a business model that also includes a financial model describing the new business idea in terms of profit potential. As the model gradually increases in detail, the foundation for later pro forma financial statements is provided (Ardichvili, Cardozo & Ray, 2003). For such highly uncertain situations, current literature provides no method that aids entrepreneurs in understanding the financial magnitude of their decisions in a consistent way and no method to accomplish the sequence of financial planning. Conventional planning approaches, appropriate for ongoing businesses in predictable

industries, are adopted to new ventures from large-scale international companies which is, however, "... sheer folly when applied to new ventures" (McGrath & MacMillan, 1995, p. 44). In addition, the primary aim of those planning approaches is the creation of a pro forma financial statement as part of a complete business plan. There exists no generally accepted procedure for aligning financial planning with business venturing (see, for example Barringer & Ireland, 2005, Gumpert & Stancill, 1986, Hisrich & Peters, 2002, Leach & Melicher, 2003, McGrath & MacMillan, 1995, Ronstadt, 1997, Smith & Smith, 2004, Timmons & Spinelli, 2004, Zimmerer & Scarborough, 2002). Thus, the issue that needs to be addressed is: which approach should guide entrepreneurs in their present and future decisions in highly uncertain situations?

In ongoing businesses a reliable and well-understood business has already emerged that calls for a conventional planning process. The situation in business venturing is different. None of the following information is available for new ventures, yet available in ongoing businesses. Existing companies possess past financial data and the advantage of a complete accounting information system. Financial positions and statements can solely be produced (e.g., by extrapolation) on the current status and on past information which serve as an anchor for future planning periods. Mechanical practices as last-year-plus forecasting are often used (Hansen, Otley & Van der Stede, 2003). Finally, risk can be measured and monitored based on historical data. Hence, the lack of such information calls for a procedure that explicitly recognizes entrepreneurial circumstances characterized by high uncertainty.

Considering the shortcomings identified in the preceding paragraphs this paper proposes a financial planning framework that goes beyond the narrow boundaries set by

conventional planning approaches. Firstly, our planning model provides a decision aid that can improve the process of business venturing and the decision making process of nascent entrepreneurs by explicitly identifying critical decisions and uncertainties as well as revealing the flow of information and the sequence of decisions. This structures the process of decision making in a more stable and precise way in order to identify critical decisions. It also supports entrepreneurs in turning their vision and goals into concrete steps. Secondly, our approach enhances learning in a highly uncertain environment. As learning is the acquisition of relevant knowledge, a planning framework that shows the sequence of financial planning and the flow of information facilitates learning in a consistent way. Thirdly, our framework provides a method to accomplish the sequence of financial planning that does not require compliance with generally accepted accounting standards.

Our planning framework is based on the same arguments as discovery-driven planning proposed by McGrath and MacMillan (1995), that conventional financial planning is inappropriate in situations where more than known is assumed, thus creating a demand for learning. Nevertheless, the discovery-driven planning approach addresses ongoing companies in established industries where the business model is known. In addition, it is not proposed as a decision aid. As not all techniques of that framework are applicable for a firm in the start-up phase (Mahoney & Kor, 2001), it seems best for larger businesses (Brunet, 2000). Thus, we build on the same premise as the discovery-driven approach, but we facilitate a planning approach that aids decision making and enhances learning. Furthermore, in extension of McGrath and MacMillan (1995), our framework allows us to generate a pro forma financial statement.

Our framework focuses on the pre-startup phase, the process in which the entrepreneur develops a vision of the future and generates the necessary resources and procedures to achieve that vision (Sexton & Bowman-Upton, 1991). Before deciding whether to exploit an opportunity, the expected profit potential from exploitation has to be large enough to compensate for necessary resources, opportunity costs, and bearing uncertainty (Shane & Venkataraman, 2000). As planning takes place before human action (Locke, et al., 1990), the question that needs to be addressed is: which approach should guide entrepreneurs in their decisions, and where, how, and in which scope should entrepreneurs begin the planning of finances? Differently from conventional planning approaches, the pure pro forma statements are treated as a 'by-product' extracted from the internal planning procedure consisting of two planning tools defined as financial and cash planning components. Both facilitate a framework that aids decisions, enhances learning and establishes a sequence of financial planning.

In this paper we understand financial planning as the process of systematic and quantitative estimation of all financial inflows and outflows relevant for the exploitation of entrepreneurial opportunities in order to deal with the future consequences of present financial decisions (Drucker, 1959) and to enhance learning. Thus, financial planning is the notional anticipation of future outcomes and the application of an appropriate decision making mechanism for dealing with uncertainties and the sequence of decisions. Two sets of financial plans are necessary, one for internal planning purposes and one for banks, creditors and stockholders. The latter is merely extracted from the internal planning process. External addressees abundantly see the financial plan within the business plan as a starting point for investment and financial decisions. Potential

lenders expect to see and analyze specific details (Castrogiovanni, 1996). Entrepreneurs must meet such conditions to be successful in raising funds from external sources. The internal planning process is covered by both planning of financial components (see section 3) and planning of cash components (see section 4). Both primarily support the decision making process. Thus, it is unnecessary that the components are fully based on generally accepted accounting standards since decisions in business venturing can be made independently of accounting standards. Our framework allows for a reasonable and coherent financial planning procedure and can be interpreted as a linkage of decisions that provide a 'sphere' within which entrepreneurial planning proceeds, strategies are quantified, decisions are made and subsequent actions take place. In addition, the procedure is ongoing and cyclical in nature, which means that the entrepreneur can evaluate several times at different stages of the development. The purpose is to conceptually aid entrepreneurs to obtain a deeper insight and thorough understanding of the financial magnitude of their present and future decisions without having to deal with accounting standards.

This paper is structured as follows. Section 2 discusses the appraisal process. Section 3 introduces the financial planning components which are transformed to cash components in section 4. Section 5 demonstrates how pro forma financial statements are extracted from these components. Section 6 presents practical implications and discusses decision making. Finally, section 7 offers the discussion and conclusion.



## 2. The Appraisal Process

The crucial questions arise as to where, how, and in which scope should the entrepreneur begin the planning of finances. Nobody would expect a full-blown financial plan at the first draft but, rather, a very rough intuitive sketch that calls for searching for additional information before the profitability of the vague business concept can be reasonably assessed. This occurs in a timing congruence with the development of the overall concept. As the concept develops, the financial plan evolves and the real profit potential of the venture is revealed (McGrath & MacMillan, 1995). Thus, financial planning is cyclical, where each cycle reflects the stage of development of the concept in a numerical manner. The entrepreneur then conducts evaluation several times at different stages of development by moving towards a higher level of sophistication. There are no end points, only feedback cycles to previous stages of development. This may cause the recognition of additional opportunities or the adjustment of the initial vision (Ardichvili, Cardozo & Ray, 2003) which requires frequent decisions about what opportunities are worth pursuing and exploring as well as whether a certain opportunity should be terminated.

With this in mind, we separate infinite cycles and feedback loops into conceptual stages of development. Based on five years of extensive experience with many different ventures, we introduce three conceptual development stages that are typically undergone in the venture planning process. They should be placed on an infinite continuum of development. The first stage starts out with an *informal assessment* of the opportunity. The style depends heavily on the attitude and experience of the entrepreneur and is more concerned with the general financial feasibility and

profitability of the opportunity given the information available. It is inappropriate at this point to spend a considerable amount of time in developing a detailed financial plan as most data are based on anecdotal evidence. Yet, a first deliberate informal financial assessment should never be neglected. This represents an essential progress in learning and the development of opportunities. As the concept develops further, the informal assessment becomes step by step a *formal* framework of *assessment*. Accumulating more reliable information ultimately results in a formal *sophisticated assessment* that fully reflects the whole concept in numerical values. The last two stages of development are the guiding theme of this paper.

The appraisal process begins with an informal investigation of presumed market needs and sales appraisal in established and emerging industries until deciding either to reject or further pursue the opportunity. The crucial difference in emerging industries is given by a higher degree of uncertainty as well as a higher proportion and priority of assumptions. The main focus shifts from the generation of forecasts to the underlying assumptions of the financial planning model. Thus, our approach emphasizes a framework that facilitates the financial planning model and highlights all assumptions. Pro forma financial statements based on abundant spreadsheet models proposed by existing literature emphasize the numerical predictions at the cost of neglecting assumptions and the underlying financial model. At some point, the informal assessment evolves towards a more formal appearance, where the entrepreneur defines the relevant target market and geographic operating area. The entrepreneur may also define the characteristics of a typical customer and subsequently appraise the overall number and growth rate of potential customers. All this has to be analyzed in the

marketing plan. A subtle challenge is to estimate the market share and its growth that the venture would be able to capture or create depending on the market conditions. Particularly in emerging industries, the potential growth is also bounded by the venture's limited resources in human, social and financial capital. All this requires thorough market research. In rare cases the entrepreneur may also rely on the historical information on similar ventures. The entrepreneur also gets information from existing businesses and experts in the industry.

The initial outcome is sales volume and price, supported by emphasizing assumptions and a written justification of how the results are accomplished. The written justification provides a link between the previous analysis and the planning of revenues. This creates the backbone of the financial planning model. The estimated sales volume and price can be interpreted as an anchor for further planning activities. Thus, the procedure is driven by estimated demand for both established and emerging industries, where the latter includes more uncertainty, requiring a higher emphasis on the assumptions and financial model developed so far. It is crucial to the relationship between sales volume and price. Subtle questions arise such as how many products or services customers are willing to purchase at different price levels and whether the relationship changes over time. In established industries, the accuracy of the sales forecast can be verified with published financial data from the same industry or from other similar companies. Emerging industries require continuous verification of assumptions by enhancing learning and a revision of the financial model applied to generate the initial numbers. The focus should be on critical unknowns and not on detailed forecasts that are more appropriate in established markets.

The assessment of sales determines the scale and scope of the subsequent planning components. Deducting expenses from revenues results in an initial estimation of profit potential, which is a critical figure regarding the decision on whether to terminate or proceed with planning. The entrepreneur may also think ‘the other way around’: before calculating profits, one can determine a required target profit that reflects both an income of the entrepreneur plus an appropriate return on the capital invested by the entrepreneur. Defining a target profit can either be accomplished by merely specifying a number or approaching this number by decomposing the target profit into influencing variables. The entrepreneur’s investment consists of two resources: human and financial capital. Both should achieve appropriate returns. A return on human capital includes opportunity costs, a non-monetary value that the entrepreneur attributes to many non-financial benefits of venturing and owning a business, and a risk premium for suffering additional risk exposure associated with the venture. The return of the amount of capital invested by the entrepreneur should be at least equal to the risk-free interest rate plus an appropriate risk premium. Both components of return can be interpreted as the required rate of return on equity capital invested by the entrepreneur. If the target profit represents an acceptable return on the resources invested, the entrepreneur should proceed with financial planning.

So far we have described the mechanism of an informal and a formal financial assessment, and we have moved towards an answer of where and how to begin the planning of finances. The entrepreneur conducts financial assessments several times at different stages of development which facilitates a fundamental learning process. At the beginning entrepreneurs face a high degree of ambiguity and therefore make intuitive

guesses about the value of the opportunity. As the financial assessment becomes more formal, the decision about the continuation or termination is based more and more on numerical valuation. The underlying learning process results in an ongoing update of information where the entrepreneur takes at each update action on the basis of the outcomes from previous decisions. Critical decisions surrounded by business venturing are always based on numerical figures; otherwise the entrepreneur would rely on gut instinct alone.

### **3. Planning of Financial Components**

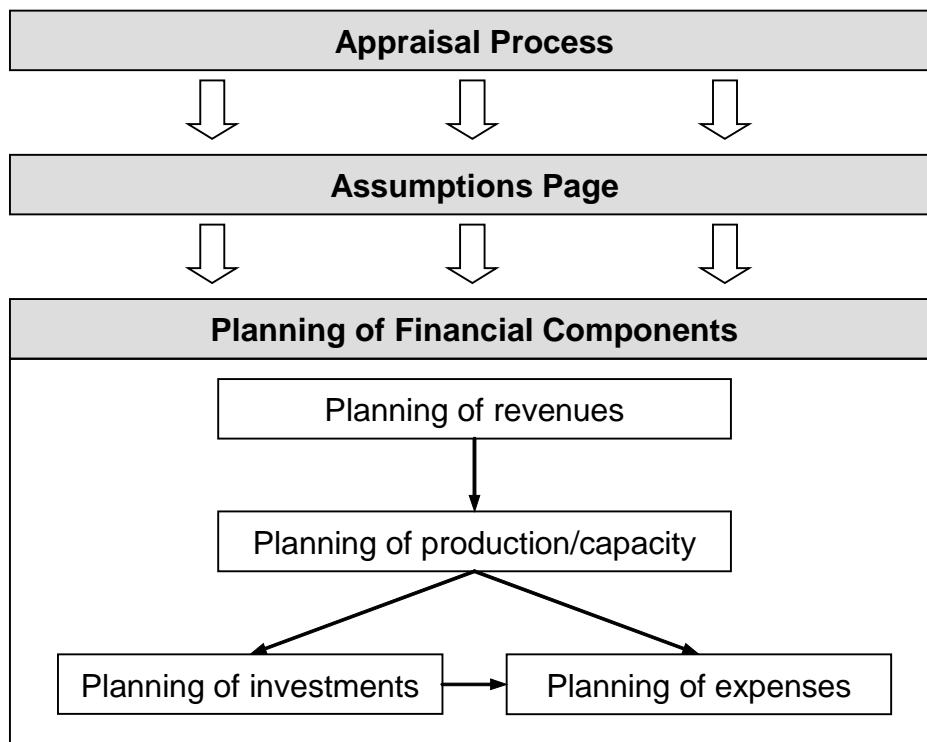
The planning of financial components is a precursor before developing the cash planning components and the pro forma financial statements. So far, the entrepreneur has accomplished an informal assessment and a more formal assessment which provides either a sales forecast starting at the top or a target profit including a calculated level of sales, starting from the bottom. Both approaches require a set of assumptions in order to develop initial estimates. The next step is to move towards a sophisticated assessment. This requires the first financial planning component defined as the *assumptions page* which is the foundation for developing the financial planning model. It comprises, besides sales volume, price and target profit, for instance, fixed operating expenses, profit margin, credit policy, inventory turnover and cushion, interest rates, planning horizon and its partition. It is necessary for both the entrepreneur and potential investors or lenders that all assumptions are explicitly specified and explained on this page, continuously updated as well as tested and verified on an ongoing basis, e.g., against the advice of experts, venture capitalists, or own experience with similar situations. Thus,

assumptions are subject to modification, verification or rejection, given new information. Particularly, potential investors focus on assumptions in order to understand the financial model and explore how the entrepreneur has developed numerical estimates. Entrepreneurs should be explicit about their assumptions and identify key assumptions highlighting the vulnerabilities of the financial plan. As the concept develops, knowledge increases and assumptions become less vague.

The subsequent financial components are planning of sales, planning of investments and planning of expenses. Investments and expenses can be recurring or non-recurring. Those planning steps do not require adherence to accounting standards. The purpose is to lay out all sales, expenses, and investments necessary to launch the venture. The level of sales determines the scope of investments and expenses. Investments in facilities, equipment, research and development, and other capital expenditures can be addressed in the planning of investments. Assuming a venture enters the manufacturing industry, it is necessary to develop a production plan to determine the required level of production capacity for each month. An inventory cushion should be taken into account. The required units of production for each month equal the forecasted units of sales (in  $t$ ) plus the desired ending or cushion inventory (in  $t$ ) less the ending inventory (in  $t - 1$ ). Adapting from revenue and investment planning, planning of expenses can be approached and generally subdivided into cost of goods sold and operating expenses. The former consists of all direct costs – material and labor – associated with producing or delivering an explicit product or service. This is calculated by determining direct costs per unit times the sales volume. Operating expenses include administrative, selling, marketing, research and development and other expenses. Especially, other

expenses should not be treated as a “pool for residual positions”. Each position should be calculated separately and supported by the underlying assumptions. Some common utility expenses can be estimated by using average industry percentages. Finally, it is important to align the financial positions with the development and size of the venture.

Figure 1 provides an overview.



*Figure 1: Assumptions page and planning of financial components*

This converges to a sophisticated assessment of the concept and generates a first numerical appraisal of profit potential before developing a complete financial plan. We are now able to grasp the amount of costs required to maintain the level of sales, estimate investments, pinpoint and justify the level of sales, adumbrate profits and scan the big picture of the opportunity based on monetary values. There are three things remaining: First, in order to estimate how much capital is required to start the venture,

and more important at which particular time, it is necessary to convert financial planning components into values on a cash flow base. Second, the issue of how to finance the calculated capital requirements addresses the planning of financing. Third, the creation of pro forma financial statements is based on the planning already done so far. All this is discussed in subsequent sections 4 and 5.

#### **4. Planning of Cash Components**

All cash planning components are on a cash flow base. Maintaining liquidity is important because ventures with a lack of liquidity become insolvent, whereas temporarily unprofitable ventures with positive cash flows may still operate. However, financial planning is often heavily influenced by accounting standards focusing on earnings and treating cash as a derivative rather than the centre of attention (Howell, 2004). The reason for transforming financial components into cash components is that the amount of revenues and expenses do not always result in cash flows of the same amount. For example, invoices are paid to vendors at a particular time and payments are received from customers at a later point in time. A principal payment on a loan does not result in an expense but does produce a cash outflow.

The first step is to transform revenues into cash inflow from operations. This is accomplished by estimating the percentage of revenues that is collected in each month. Accordingly, cash inflows from sales are included in both the income statement (revenues) and the balance sheet (accounts receivable), depending on the credit policy. The entrepreneur then determines cash outflow from operations by estimating the percentage of expenses that is incurred in each month. New ventures do not often



receive credit for purchasing raw materials, which ultimately requires more funds. Since it is complex to precisely estimate cash inflows and outflows in advance, some assumptions are necessary. Based on the investment plan, we can calculate cash flow from investing by determining whether a transaction results in a cash flow. By aggregating all cash flows up to this point, the overall capital requirements can be calculated. This addresses the initial question of how much money the venture needs. The way in which the required amount should be covered is accomplished by the planning of financing. This step poses a challenge to the entrepreneur since the whole project depends significantly on the amount of funds raised. Unless sufficient financing sources are acquired, the entrepreneur would probably abort the opportunity to exploit the situation. Thus, financing constraints limit all other planning components, assumptions, and decision alternatives as well as the range of viable corporate strategies. This initiates an adjustment mechanism that leads to an iterative planning process which we call “cash balanced planning” that simply strives to balance negative cash flows in the beginning.

Some researchers suggest that the entrepreneur should leave the financing decision to lenders (Gumpert & Stancill, 1986). Such reactive behavior contradicts our approach in four ways. Firstly, the entrepreneur creates a new venture by pursuing the appropriate sources of financing to develop and exploit the entrepreneurial opportunity (Ardichvili, Cardozo & Ray, 2003). Secondly, start-ups are mainly self-selected for funds on the basis of the human capital of their owners rather than being selected by banks (Cressy, 1996). Thirdly, the entrepreneur’s propensity towards risk determines the acceptable amount of debt and equity (Levin & Travis, 1987). The personal characteristics of the

entrepreneur play a more important role in decisions regarding the capital structure as compared to larger firms (Chaganti, Decarolis & Deeds, 1995). Fourthly, the financial plan should be created before acquiring any funds.

After determining how to finance the venture, the entrepreneur is able to calculate interest expenses, incorporates this in the planning of expenses and then restates the relevant planning components. It is necessary to incorporate and maintain a liquidity reserve that provides a cushion for contingencies and incorrect estimates. In general, the less reliable the information about the future, the greater the cushion should be. Figure 2 summarizes the steps of the planning of cash components. This shows that cash components are similar to a 'cash map' presenting all cash inflows and outflows grouped into distinguishable components by providing the entrepreneur with a clear financial picture to improve decision making.

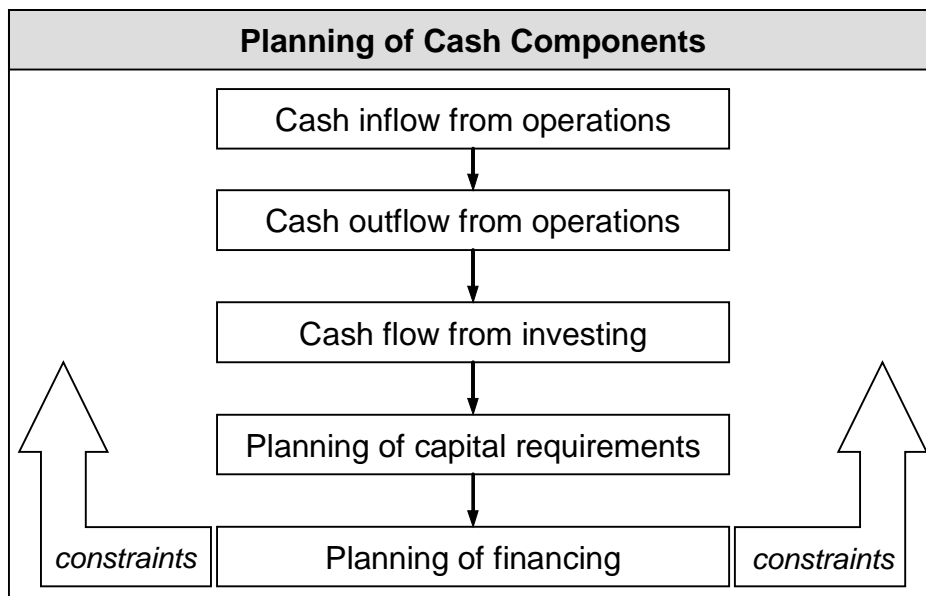


Figure 2: Planning of cash components

## 5. Pro Forma Financial Statements

The decision on whether to pursue or terminate an opportunity relies on financial planning and calculation. Financial statements are not required for making such decisions. However, external addressees refer to the financial plan of a venture as an imperative instrument for making investment and financing decisions. Only, for external purposes the financial plan must conform to accounting standards. A pro forma financial statement includes the income statement, balance sheet, and cash flow statement where common-size statements should be added. They allow an analyst to conduct cross-sectional and industry comparisons as well as comparisons over time. In addition, if the financing of the venture expects considerable changes in equity, a statement of stockholders' equity would provide a better understanding of equity transactions. As the information foundation is based on the planning of financial and cash components, the creation of pro forma statements is merely a copy and paste of values from the appropriate planning components. Our discussion focuses on the pro forma income statement, then the balance sheet, and finally, on the pro forma statement of cash flows.

The pro forma income statement requires the following ingredients: planning of revenues, planning of expenses, target profit, a depreciation plan extracted from the planning of investments, and interest payments calculated from the planning of financing. Based on this information, the creation of an income statement is easy and straightforward. Revenues, direct costs and operating expenses can be taken from the appropriate financial planning components. Since we know the amount of investments, using the straight-line depreciation methods yields a plan of depreciation necessary to

complete expenses. Similarly, interest payments can be taken from the financing plan. Finally, taxes are calculated, which probably consist of a tax loss carry forward at the beginning.

The pro forma balance sheet uses information from the planning of investments, capital requirements and financing. Starting with investments, the amount of fixed assets can be determined. In case the contractor of property, plant and equipment offers financing, this would be recognized in the plan of financing. Sources of financing which are interesting for new ventures, due to limited funds, are leases or off-balance-sheet financing. Capital lease should be treated as a source of financing and in accordance with accounting principles (IAS 17, SFAS 13) capitalized for financial statement purposes. Leases that are classified as operation leases are not capitalized; payments are simply reported as both expenses and cash flows from operations. Moving further to current assets, inventories have to be identified before they are recognized as cost of goods sold. For instance, the inventory of a manufacturing company consists of raw material, work-in-progress and finished-goods, whereas a retailer or wholesaler shows unsold goods as merchandise inventory in the balance sheet. They are calculated separately in accordance with the production plan. For simplification, the average cost method is recommended. In addition, account receivables are a by-product of the credit policy when calculating cash inflow from operations. Similarly, account payables are extracted from the estimation of cash outflow from operations. The planning of financing determines the proportion and type of debt and equity capital. In addition, the income calculated in the income statement is included in the equity account as retained earnings.

International accounting standards provide a classification of cash flows in terms of cash flow from operating (CFO), investing (CFI) and financing (CFF) activities for the pro forma statement of cash flows. Summarizing the cash components of cash inflows and outflows from operations results in the CFO, while cash flow from investing and financing of financing is largely equivalent to CFI and CFF, respectively. However, to transform the cash components to the pro forma cash flow statement, the entrepreneur could narrow-mindedly follow all financial accounting standards.

Our criticism is that SFAS 95 mis-classifies a few cash flows. To keep things simple, we recommend two major reclassifications. Interest paid, interest received, and dividends received for financing activities should be reclassified from CFO to CFF. Capital leases should be treated as a source of financing, because ventures that lease report lower CFO as compared to firms that make investments in the same fixed assets. We recommend that payments are reported as a cash outflow from financing and not separated in CFO (the fraction of interest payments) and CFF (the fraction of principal payments). Principal payments have to be subtracted from the liability entry. In addition, an investment in fixed assets is only reported as an investment cash outflow at inception, so that charges for utilization of this asset are never recognized in CFO. The rational entrepreneur should always strive to report a CFO that covers the capacity of production invested to generate the CFO. Moreover, we advocate the use of the direct method because indirect calculation simply rearranges the balance sheet and income statement and does not facilitate the recognition of any specific position of the operating cash flows. Finally, cash flows within operating, investing and financing activities can

be structured not only by inflows and outflows but also by importance and volume.

Figure 3 provides a comprehensive overview of our framework.

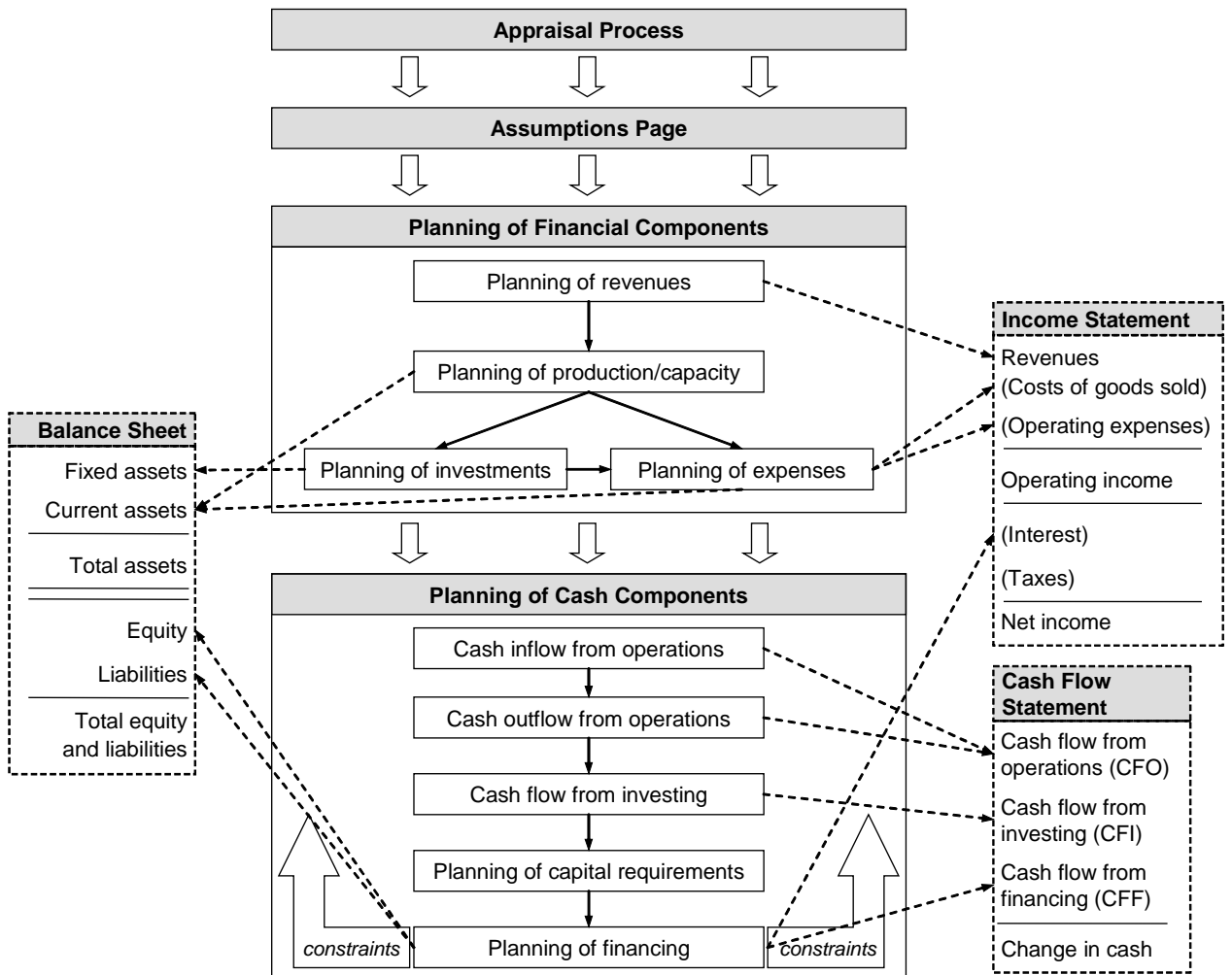


Figure 3: Conceptual framework of financial planning in business venturing

## 6. Practical Implications

The issue that needs to be addressed is which approach should guide entrepreneurs in their present decisions. Relying on intuition (Allinson, Chell & Hayes, 2000, Bird, 1988, Bird & Jelinek, 1988) contradicts the fact that planning takes place before human action (Locke, et al., 1990). A decision made today creates a set of subsequent decisions

and alternatives tomorrow (Hammond, Keeney & Raiffa, 2002). Our procedure supports entrepreneurs in turning their vision and goals into concrete stepwise activities, as well as to make decisions faster, based on numerical values compared to slower trial-and-error learning. By knowing and understanding the associated uncertainty, the entrepreneur is able to rationally select among risk-taking courses of action, instead of relying on intuition, hearsay or gut instinct (Drucker, 1959). Castrogiovanni (1996) sees in such a process a direct learning benefit by means of 'pro-active learning' which is generally incorporated in the planning process. Uncertainty may stimulate planning and planning results in proactive learning. Consequently, nascent entrepreneurs should conduct their own planning process to achieve maximum learning benefits (Castrogiovanni, 1996).

Since financial planning is future oriented, the entrepreneur has to estimate all financial and cash components in advance. Forecasting methods fall into three categories: judgmental, extrapolation and causal methods. Judgmental methods are generally applicable to new ventures but their judgmental diversity results in a lack of accuracy and is subject to biases; for example, optimism and overconfidence (Kahneman & Lovallo, 1993). Extrapolation methods are inappropriate in the context of new ventures since historical values are unavailable. Causal methods can only be employed in business venturing when logical cause and effect relationships are not based on past data. Supplemental comments on assumed forecasting relationships are necessary and should be placed on the assumptions page. Causal methods are an appropriate instrument to support the learning process in highly uncertain situations. In addition, the entrepreneur can test the robustness of the whole financial planning model consisting of

assumptions, planning components and financial statements by employing sensitivity analysis, scenario analysis and simulation.

Goodwin and Wright (2003) describe scenario analysis as a method of dealing with uncertainty in decision making. One approach is to construct a range of plausible future states, examine the viability of a business concept against the plausible future represented in the scenarios and evaluate strategic choices with respect to these potential futures (Goodwin & Wright, 2003). Schoemaker (1991, 1993, 1995) advocates scenario planning in order to deal with a range of possible outcomes ('bounding the uncertainty') as a means to explore the development of a few possible descriptions of the future (Phelps & Chan, 2001). This stimulates the consideration of changes which otherwise would be ignored. Excellent scenarios challenge tunnel vision by allowing a deeper appreciation of abundant factors that shape the future (Schoemaker, 1995). Both Goodwin and Wright (2003) and Schoemaker (1995) provide a step-by-step approach on how to build scenarios.

As the complexity of cause and effect relationships reaches a level similar to the one in business venturing, simulation becomes an appropriate technique for incorporating uncertainty into a decision. The technical linkage between simulation and causal forecasting methods forms a conceptual enhancement. Logical cause and effect relationships can be explored by means of simulation at the planning stage. This provides the entrepreneur with a deeper understanding of the interrelations within the planning components. For instance, an entrepreneur strives to estimate capital requirements for the next five years. Our approach decomposes capital requirements into a set of interrelated components. They can even be broken down further into more



workable additive or multiplicative sub-components. The decomposed components can be more readily forecasted with causal methods and then incorporated in a simulation model. The simulated and estimated components can be recombined to determine the capital requirements where the decomposition and subsequent recomposition of a decision problem improves decision making (Goodwin & Wright, 2003). Structuring and decomposing are most frequently applied to problems with highly uncertain target values (MacGregor, 2001, MacGregor & Armstrong, 1994). This can be defined as a knowledge exploration process, of which the main objective is to understand the causal interrelationship among the planning components and their individual positions (Clemen & Reilly, 2001). This principle is derived from the assumption that one knows more about the single components than about the whole. Decomposition aids quantitative estimation and improves estimation accuracy (MacGregor, 2001).

## **7. Discussion and Conclusion**

The financial planning framework was initially developed from our extensive experience with many entrepreneurs with a diversity of backgrounds. By using conventional planning approaches from existing literature we as well as the entrepreneurs could develop ‘good-looking’ pro forma financial statements, but the entrepreneurs were requesting more than that. They were looking for a consistent way of describing the new business idea in quantitative terms such as profit potential. We could extract three main requests that go beyond conventional planning approaches. Beside the creation of financial statements, a planning model should provide a decision aid that enhances learning by accomplishing the sequence of financial planning in a

consistent way. Our framework addresses these requests which make our framework more appropriate. However, conventional pro forma financial statements can still be extracted from the planning framework. The procedure also provides a practical guideline which aids entrepreneurs in obtaining a deeper insight and more thorough understanding of the financial magnitude of their present decisions. It helps entrepreneurs to move beyond intuition. Relying on intuition contradicts the fact that planning takes place before human action.

Considering the shortcomings of conventional planning approaches, we propose a financial planning model that provides a decision aid which can improve the process of business venturing and the decision making process of nascent entrepreneurs by explicitly identifying critical decisions and uncertainties as well as revealing the flow of information and the sequence of decisions. This supports entrepreneurs in turning their vision and goals into concrete steps to be taken and structures the process of decision making in a more constant and precise way. Our framework enhances learning in a highly uncertain environment in which the sequence of financial planning components shows the flow of information that facilitates learning in a reliable manner. In addition, our framework provides a method to accomplish the sequence in financial planning and does not require compliance with generally accepted accounting standards. It is not necessary that financial planning conforms to accounting standards for making decisions in business venturing. In contrast to conventional planning approaches where the primary aim is to create a pro forma financial statement, the financial statements are treated as a 'by-product' extracted from the planning procedure in our framework that aids decisions, enhances learning and accomplishes the sequence of financial planning.

Our framework focuses on the pre-startup phase which requires a procedure that is ongoing and cyclical, where the entrepreneur conducts evaluation several times at different stages of development. In addition, the robustness of the resulting financial plan can be tested by employing sensitivity analysis, scenario analysis and simulation. The whole framework can be interpreted as a linkage of decisions that provides a 'sphere' within which entrepreneurial planning proceeds, strategies are quantified, decisions are made and subsequent actions take place.

Despite the potential benefits of improved decision making and learning, little research has been conducted into means that improve the decision making of nascent entrepreneurs and the process of business venturing. We think that future research in entrepreneurship should focus on the development of decision aids for entrepreneurs and how such decision aids can be utilized to enhance learning. We hope that this paper stimulates more research in this field of study.

# **KAPITEL 5**

---

## **Using Influence Diagrams as a Decision Aid in Business Venturing**

---

*Benjamin B. Gansel*

## **Abstract**

The purpose of this paper is to propose the development of decision aids that enhance the decision making of entrepreneurs. This paper calls for more research into methods that improve the way entrepreneurs conceptualize their real-world decision problems. For this, a prescriptive research perspective is applied that uses normative theories of rational choice while acknowledging descriptive studies of actual decision behavior. Improved decision making is demonstrated on the entrepreneur's occupational choice problem under uncertainty by applying influence diagram models. Influence diagrams provide a convenient yet powerful method for modeling decision problems. Decision analysis approximates the value of possible interventions and reveals how they influence the optimal strategy before actually performing them. A generic reliability measure is introduced that allows for the comparison of different sets of imperfect information. Further decision analysis identifies the minimum level of quality of imperfect information below which additional information gathering does not change the optimal strategy, i.e. the information is worthless for the entrepreneur. Despite the potential benefits of improved decision making, little research has been done regarding methods that improve the decision making of entrepreneurs. This paper offers a rigorous decision analysis approach.

## **1. Introduction**

Several studies in the field of entrepreneurship have investigated from a variety of different research perspectives how entrepreneurs make decisions (refer for example to Arenius & Minniti, 2005, Busenitz & Barney, 1994, Choi & Shepherd, 2004, Eisenhauer, 1995, Endres & Woods, 2006, Forbes, 2005, McCarthy, Schoorman & Cooper, 1993, Parker, 2006, Smith, et al., 1988, Sonfield, et al., 2001, Vincent, 1996). The primary concern is the characterization of the actual behavior and decision making of entrepreneurs. This research can be characterized by a *descriptive* perspective (Bell,

Raiffa & Tversky, 1988, Keeney & Raiffa, 1976) of how unaided decisions are made. What is missing in the field of entrepreneurship is guidance for entrepreneurs for how to use this knowledge in the process of new venture creation to make better decisions (similar Keeney, 2004). There has been little research into methods that aid and improve the decision making of entrepreneurs as well as the decision making process in business venturing. Therefore, this paper proposes a *prescriptive* approach that uses normative theories of rational decision making while acknowledging descriptive studies of actual decision behavior (Bell, Raiffa & Tversky, 1988, Keeney & Raiffa, 1976, Smith & von Winterfeld, 2004). The *normative* perspective is based on axioms of rational choice, with the expected utility model of von Neumann & Morgenstern (1944) and the subjective expected utility model of Savage (1954) as the dominant normative models. The prescriptive perspective is concerned with how to improve the way an entrepreneur conceptualizes real-world decision problems and of how an entrepreneur should choose an optimal strategy that considers the entrepreneur's (decision maker's) subjective perception, judgment, and preference about uncertainties and alternatives for decisions (Keeney, 2004, Keeney & Raiffa, 1976, Raiffa, 1968, Smith, 1989a).

Decision analysis is primarily a prescriptive research approach based on normative and descriptive foundations (Smith & von Winterfeld, 2004). It provides a principled framework for decision making under uncertainty (Pratt, Raiffa & Schlaifer, 1964, Raiffa, 1968). There are basically two major graphical methods for formulating and structuring sequential decision problems: decision trees and influence diagrams. A decision tree displays all possible scenarios (Raiffa, 1968, Raiffa & Schlaifer, 1961). This is advantageous for some decision problems, but the size of the decision tree grows

exponentially with the number of variables. A tree representation also obscures the dependence and independence relationships among variables (Smith, Holtzman & Matheson, 1993). Influence diagrams, well-established analytical methods in decision analysis, overcome these drawbacks. They were introduced by Howard & Matheson (1981), Miller et al. (1976), Owen (1978) and then further developed in several works (such as Covaliu & Oliver, 1995, Howard, 1989, Oliver & Smith, 1990, Olmsted, 1983, Shachter, 1986, 1988, Shachter & Kenley, 1989, Shenoy, 1992, Smith, Holtzman & Matheson, 1993, Smith, 1989b, Zhang, Qi & Poole, 1994). Influence diagrams have been applied and widely used in many decision problems. For an overview see Keefer, Kirkwood and Corner (2004) who conducted a survey of decision analysis applications published in 1990-2001 in several major English-language journals. More recent publications include de Campos, Fernández-Luna and Huete (2004), Pennock and Weliman (2005), Jensen, Nielsen and Shenoy (2006), Cobb (2007), and López-Díaz & Rodríguez-Muñiz (2007).

This paper uses influence diagrams to demonstrate the application of prescriptive methods that aid and enhance the decision making of entrepreneurs. Influence diagrams provide a convenient yet powerful approach for modeling, understanding, and evaluating multistage decision problems under uncertainty. The model building process provides entrepreneurs with insight into a decision problem by exploring the variables and interdependencies that influence the decisions and by identifying critical decisions. The entrepreneur gains insight into something that the entrepreneur was not aware of at the beginning. Opaque decision problems are transformed into transparent ones by performing a sequence of transparent steps, wherein confusion is replaced by clear

insight into a specific strategy (Howard, 1988). Combined with the power of software, influence diagram models allow sensitivity and what-if analysis by varying uncertain variables and decisions. The entrepreneur can observe the automatically updated consequences. Sensitivity analysis also reveals which uncertain events have the greatest and least impact on the final outcome (see, for example, Clemen & Reilly, 2001, Felli & Hazen, 2004, Howard, 1988, Nielsen & Jensen, 2003b). The analysis approximates the value of possible interventions and reveals how they influence the optimal strategy before actually performing them.

The reason for choosing influence diagrams as a decision aid is explained by the situations entrepreneurs are facing. Entrepreneurs deal with a large amount of incomplete and highly uncertain information. Influence diagrams provide an appropriate decision making framework for dealing with situations characterized by multiple, interrelated uncertain events and decisions. The entrepreneur faces uncertainty of whether to exploit an opportunity and enter the market now or to delay the exploitation. This includes a trade-off for an entrepreneur of whether or not to collect more information and encounter a higher probability of a closing window of opportunity. There is uncertainty with respect to the estimation of customer demand for new products/services. When technologies are not fully developed, the entrepreneur faces uncertainty in accurately estimating additional costs and the probability of whether the technology performs properly or whether other new technologies emerge.

These examples surrounding business venturing raise the question of whether or not they have something to concur. Entrepreneurs facing these uncertainties are almost always able to predetermine a relatively small number of possible states of outcomes



and assign probabilities to each state. In addition, the knowledge entrepreneurs have about an uncertain event is often composed of fragmented yet relevant pieces of information. The issue they face is how to gather, structure, and exploit these information fragments to develop a coherent probability assignment (Howard, 1989). All of the above mentioned points support that prescriptive methods and in particular influence diagrams are appropriate means for framing these uncertainties. Such methods are especially useful in situations with limited data so that experts and one's own judgment play a significant role in the decision making process (Corner & Kirkwood, 1991). Finally, influence diagrams are intuitive to understand, as well as facilitate the formulation, assessment, and evaluation of decision problems as perceived by the decision maker (Howard, 1990, Shachter, 1986).

This paper is structured as follows. Section 2 outlines foundations of influence diagrams separated into a discussion of the meaning of nodes, the meaning of arcs, and an introduction to the process of developing an influence diagram model. Section 3 uses an illustrative example – the occupational choice problem of whether to exploit an opportunity or pursue a paid employment – to demonstrate the application of prescriptive methods. Section 4 concludes and discusses future research.

## **2. Foundations**

Influence diagrams are graphical representations for modeling relationships between uncertain variables, decision variables, and consequences. They "... were designed to bridge the gap between the formulation of a probabilistic model for inference and decision-making and the formal mathematical and statistical analyses of the problem"

(Oliver & Smith, 1990, p. xvi). An influence diagram explicitly reveals the probabilistic dependencies and independencies of variables. It shows the flow of information and the decision maker's knowledge at any given point in time (Shachter, 1986). Influence diagrams are useful in structuring and decomposing complex decision problems, and are a rather more effective means for communicating with decision makers, computers, and among people (Howard, 1990, Owen, 1978) than a mere technique for solving decision problems. They are means to an end for better decisions. In an uncertain environment, decision makers are primarily interested in framing a decision problem and gaining insight into how decisions alter with changes in conditions and assumptions. As one cannot think about decisions without including subjective aspects (Keeney, 2004), influence diagrams incorporate subjective information, judgments, and the knowledge of experts in the analysis.

Howard & Matheson (1981) distinguish influence diagrams at three levels of specification – graphical, functional, and numerical (shown in Figure 4) – in both probabilistic and deterministic cases. The deterministic case is a special case within the probabilistic case where the conditional probability of its value is equal to one. The graphical level specifies that one variable depends in a general way (deterministic or probabilistic) on other variables. This level is a powerful level of specification as it visually reveals the flow of information and probabilistic dependency as well as the independency of variables, and the decision maker's knowledge at any given point in time. The functional level specifies the function and form describing such dependencies. At the numerical level, detailed numerical data is stored within each node. The probability distribution can be either discrete or continuous.

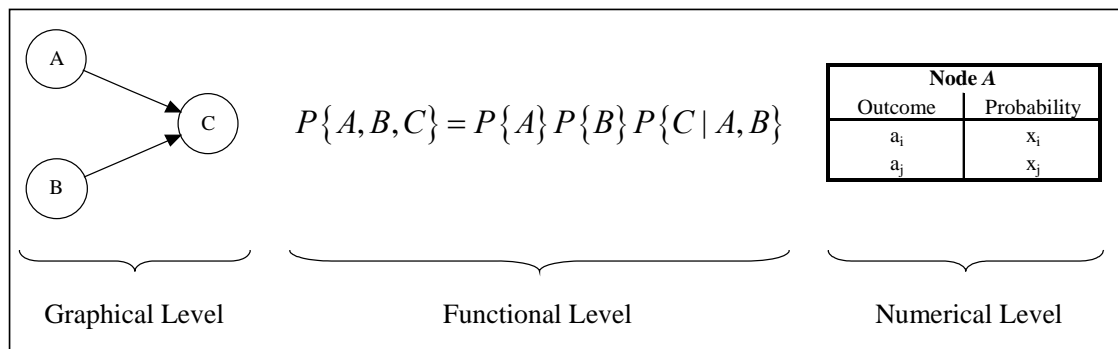


Figure 4: Three levels of specification

### The Meaning of Nodes

Shachter (1986) defines an influence diagram as a directed acyclic graph  $G = (N, A)$  consisting of nodes  $N$  and directed arcs  $A$ . Generally each node is associated with a variable  $X_i$  that has a set of possible finite outcomes denoted by  $\Omega_{X_i}$ . Let  $x_{ij}$  denote an element of  $\Omega_{X_i}$ . A set of nodes or arcs is denoted by uppercase curved letters  $A, B, C, \dots$ . In addition, for any subset  $K \subseteq N$  with  $m$  nodes, the Cartesian product  $\Omega_{X_1} \times \dots \times \Omega_{X_m}$  is a set of  $m$ -tuples of  $(X_1, \dots, X_m)$  such that  $\Omega_K = \Omega_{X_1} \times \dots \times \Omega_{X_m}$  and  $\Omega_K = \{(X_1, \dots, X_m) \mid X_k \in \Omega_{X_k}, (k=1, \dots, m)\}$ . A directed arc pointing from node  $X$  to node  $Y$  is denoted by a pair of nodes  $(X, Y)$ ,  $(X, Y) \in A$ , where node  $X$  is a direct predecessor of node  $Y$ . For each node  $X$ , the direct successor set of nodes is defined as  $S_X = \{Y \in N : (X, Y) \in A, X \neq Y\}$ , and similarly the direct predecessor set of nodes is denoted by  $P_X = \{Y \in N : (Y, X) \in A, X \neq Y\}$ . Indirect successors/predecessors (hereafter only successors/predecessors) consist of a set of nodes along directed paths emanating from/into node  $X$ . If node  $X$  has no successors it is called a barren node,

$S_X = \{\emptyset\}$ ; if it has no predecessors it is called a source node,  $P_X = \{\emptyset\}$  (Shachter, 1986).

The nodes  $N$  of an influence diagram can be partitioned into the set of value nodes  $V$ , decision nodes  $D$ , chance nodes  $X$ , and intermediate calculation nodes  $C$ , i.e.  $N = V \cup D \cup X \cup C$ . A *value node* represents the final consequence/value of the decision process. The objective is to maximize the expected value which is represented by leafs in a decision tree. It is assumed that there is at most one value node  $V$ , i.e.  $S_X = \{\emptyset\}$ , that is associated with the decision maker's utility function  $\psi$  mapping from  $\Omega_{P_V}$  into  $\Omega_V$ , i.e.  $\psi : \Omega_{P_V} \rightarrow \Omega_V$ , representing the expected utility as a function of the values of  $P_V$ .

A *decision node* represents a decision at node  $D$  that is associated with a decision alternative  $d$  chosen from the set of all available alternatives  $\Omega_D$ . The decision is controlled by the decision maker based on the information available at the time the decision is made. Given an influence diagram, the optimal strategy  $d^*$  can be calculated for each decision node  $D$  given the values of  $P_D$ . The criterion for  $d^*$  is the maximization of the expected utility function  $E[\psi]$ . For each decision node  $D$  the decision function  $f_D$  maps from  $\Omega_{P_D}$  into  $\Omega_D$ ,  $f_D : \Omega_{P_D} \rightarrow \Omega_D$ , indicating the decision maker's state of information at decision node  $D$ .

A *chance node* represents a chance event that is associated with a random variable  $X$  and the corresponding set of possible outcomes  $\Omega_X$ . Each variable  $X$ , given its set of

direct predecessors  $P_X$  with outcomes  $\Omega_{P_X}$ , has a conditional probability distribution  $\varphi_X$  over its outcomes  $\Omega_X$ , defined as  $\varphi_X = \varphi(x | x_{P_X}) = P\{X = x | X_{P_X} = x_{P_X}\}$ , mapping  $f_X : \Omega_{P_X} \rightarrow \Omega_X$ . The set of conditioning variables of  $X$  are  $X_{P_X}$  with outcomes  $\Omega_{P_X}$ . Therefore, each chance node has a finite sample space of possible outcomes and a conditional probability distribution over those outcomes. The latter is associated with a conditional probability table at the numerical level of specification. In case a chance node has no direct predecessors,  $P_X = \{\emptyset\}$ , the distribution is a marginal distribution  $\varphi_X = \varphi(x) = P\{X = x\}$ . The decision maker has to estimate probabilities for random outcomes of uncertain events. An initial estimation (i.e. a starting point) for a chance node is referred to as the (initial) *baseline forecast*. This can also be called the prior probabilities in a Bayesian structure. Finally, a *calculation node* represents an intermediate consequence/calculation at node  $C$  that is associated with a set of possible intermediate outcomes  $c$  denoted by  $\Omega_C$ . Calculation nodes are deterministic nodes as they depend deterministically on their predecessors and represent mathematical functions,  $f_C : \Omega_{P_C} \rightarrow \Omega_C$ .

### **The Meaning of Arcs**

As the meaning of arcs must be considered in conjunction with the types of nodes, this section further elaborates on the meaning of arcs connecting different nodes. The directed arcs  $A$  of an influence diagram can be partitioned into subsets representing different types of relationships between nodes (Howard & Matheson, 1981, Shachter, 1986). Arcs pointing into a chance node  $X$ , termed *conditional arcs*, indicate condition

since the probability assignment to the chance node is conditioned, i.e. probabilistically dependent on  $P_X$ . A special case is when  $X$  represents a deterministic function. Such deterministic uncertainty is related to calculation nodes  $C$ . Similarly, an arc entering the value node  $V$  is associated with a utility function and also represents a deterministic dependency on the direct predecessor nodes  $P_V$ . Arcs pointing into  $C$  and  $V$  are called *functional arcs*.

An arc entering a decision node  $D$ , termed *informational arc*, represents available information from the set of direct predecessor nodes  $P_D$ . A condition arc  $(X, Y)$  combining two random variables indicate that they are probabilistically dependent, and the probability distribution assigned to  $Y$  is conditioned on  $X$ . Using Bayes's Rule (Bayes, 1763), it is a mere mathematical calculation to convert  $\varphi\{y|x\}$  into  $\varphi\{x|y\}$  demonstrating that if  $X$  is relevant to  $Y$ , then  $Y$  is relevant to  $X$ . Therefore, such arcs represent *relevance* and the arc can be reversed. In addition, the absence of arcs between chance nodes indicates probabilistic independence.  $X$  and  $Y$  are probabilistically independent, if and only if  $\varphi\{x, y\} = \varphi\{x\}\varphi\{y\}$  or  $\varphi\{y|x\} = \varphi\{y\}$  holds. The important information available to the decision maker is which variables do not influence others.

In case a conditional arc combines a decision node  $D$  and a chance nodes  $X$ , the word *influence* better captures the meaning of dependency as this implies a causal effect on the probability assessment of  $X$  that is influenced by the decision (Howard, 1990, Howard & Matheson, 2005). Hence, the choice for a specific decision alternative  $d$  over the other decision alternatives limits the set of possible outcomes  $\Omega_X$  that the

uncertain variable  $X$  can take on. In addition to conditional, informational, and functional arcs, *structural arcs* are supplementarily used to reveal the structure and order of the influence diagram. This incorporates the information precedence and asymmetry associated with the influence diagram model. A structural arc pointing from node  $X$  into  $Y$  means that node  $X$  has been observed or decided before node  $Y$  is observed or decided (Jensen, Nielsen & Shenoy, 2006). Structural arcs are represented by dashed arrows in an influence diagram. For graphical representation, the value node  $V$  is represented by a diamond node, a decision node  $D$  by a square node, a chance node  $X$  by a circular node, and a calculation node  $C$  by a square node with rounded corners. The different types and meanings of arcs are outlined in Figure 5.

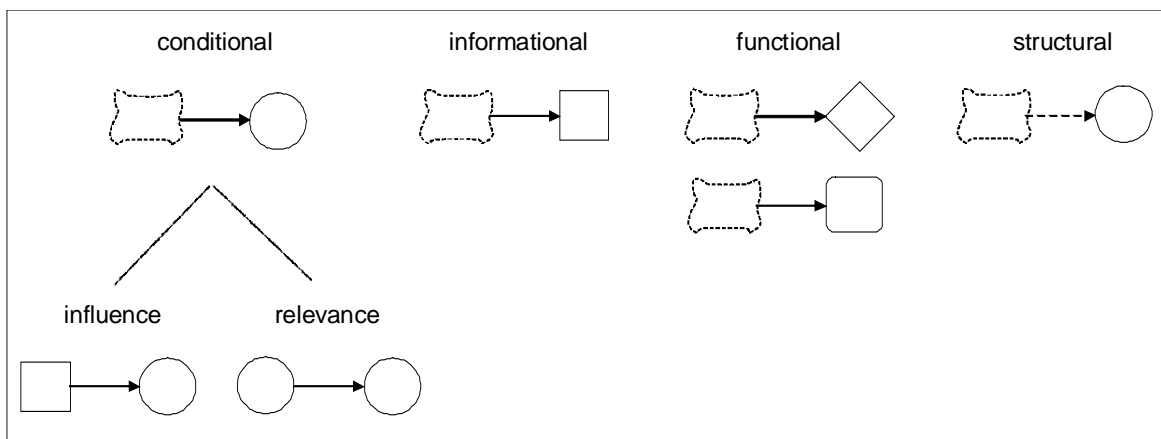


Figure 5: Overview of the different types and meanings of arcs

### The Process of Developing an Influence Diagram Model

The process of developing an influence diagram model can be separated into the following steps: *First*, the decision maker (in this case the entrepreneur) describes the decision problem in common words, i.e. in verbal or written format or both. *Second*, the decision maker identifies the final value, critical decisions, uncertain events, and

consequences that may occur with each decision alternative and each uncertain event outcome. The process of identification can be elicited by asking what additional information or variable would reduce uncertainty about the variable under consideration (Owen, 1978). It is important to specify the definition, measurement, and outcome of each decision alternative and uncertain event as precisely as possible.

*Third*, the decision maker develops a basic influence diagram at the graphical level of specification by framing the decision problem. This captures the basis of information and provides a formal description of the decision problem. Afterwards, the decision maker determines the functional relationship among variables and the meaning of arcs before specifying the numerical details of each node in the appropriate table. In practice, this may intrachange, i.e. one goes back and forth within the levels of specification. In addition, steps two and three are cyclical where the entrepreneur first identifies a core subset of decisions and uncertain events and then constructs an initial influence diagram. Before determining functional relationships and numerical values the decision maker may extend the preliminary influence diagram at the graphical level by adding additional decision and chance nodes and then again constructs an influence diagram. Each cycle increases the adequacy and refinement of the decision problem. In the process of developing an influence diagram model, a *cycle* describes each extended construction of an influence diagram. At each cycle one can start prototyping with the model developed so far. Modeling with a prototype is an essential step in developing an influence diagram model at all levels of specification. The decision maker may then elaborate on the functional and numerical level of specification and could again go back to steps two and hence, introduce an additional cycle in the model building process.



*Fourth*, once the influence diagram is considered to be complete, the optimal decision strategy and the final value are determined. This can be complemented by transferring the influence diagram into a decision tree using appropriate software. In addition, one may also calculate the value of perfect and imperfect information. It is possible to compare how the decision maker chooses a decision based on a given set of information with how the decision maker would make a decision if perfect or imperfect information were available. Using this concept provides important information of whether or not to refine the influence diagram model further. It also reveals the value of each refinement (i.e. cycle). Finally, in combination with the power of software, the decision maker analyzes and prototypes the influence diagram model with sensitivity and what-if analysis by varying uncertain variables and decisions, and then observes the automatically updated consequences. Based on the results of the decision analysis the original influence diagram may be revised.

### **3. An Illustrative Example**

This section demonstrates the procedure of developing an influence diagram model according to the foundations outlined in section 2. The example also illustrates how the model building process provides insight into the decision problem as well as how the application of influence diagrams aid and enhance the decision making of entrepreneurs. In this example the entrepreneur faces an occupational choice problem under uncertainty.

*Step 1:* An occupational choice problem consists of the critical decision of whether the entrepreneur should exploit a discovered opportunity. Entrepreneurial opportunities are

“... situations in which new goods, services, raw materials, markets and organizing methods can be introduced through the formation of new means, ends, or means-ends relationships” (Eckhardt & Shane, 2003, p. 336). The real value (outcome) of the opportunity is unknown to the entrepreneur and is only revealed after taking action on the opportunity. In the case that the entrepreneur decides not to act on the opportunity, the current status includes a relatively certain future income stream from an employment contract. The entrepreneur may now face the decision of whether to perform an opportunity analysis before making the exploitation decision. Such an opportunity analysis consists, for example, of relevant market information about potential customers and competitors, the potential market size and growth rate or the overall demand of the proposed product. Regarding the current capabilities of the entrepreneur, the entrepreneur may also consider attending an in-depth seminar on how to conduct a professional opportunity analysis before doing so. Together with the seminar, the entrepreneur may also receive an expert opinion with respect to the discovered opportunity from experts who give seminars on opportunity analysis.

*Step 2:* Based on the description in step one,  $D$  consists of three decision variables  $D_1$ ,  $D_2$ , and  $D_3$ , respectively, representing (1) the decision of whether to act on the opportunity, (2) the decision of whether to conduct an opportunity analysis, and (3) the decision of whether to attend a seminar on opportunity analysis and receive the experts opinion. All  $D_i$  in  $D$  have generally two decision alternatives – *do something* and *do nothing*, denoted by  $d_{i1}$  and  $d_{i2}$ . For example,  $D_1$  consists of two decision alternatives, the exploitation of an opportunity,  $d_{11}$ , and the alternative to keep the current status quo,

$d_{12}$ , i.e.  $D_1 = \{d_{11}, d_{12}\}$ . In addition, two uncertain events can be identified: (1) the value of the opportunity is denoted by  $X$  which can be *high*,  $h$ , *medium*,  $m$ , or *low*,  $l$ , i.e.  $X = \{h, m, l\}$ ; and (2) the result of the opportunity analysis is denoted by  $Y$  which can be *favorable*,  $f$ , *neutral*,  $n$ , or *unfavorable*,  $u$ , i.e.  $Y = \{f, n, u\}$ . The outcomes of the opportunity analysis predict the actual value of the opportunity.

It is assumed that the entrepreneur is risk neutral. However, the problem can also be analyzed given different risk attitudes. The final value node  $V$  is maximized and expressed in expected value,  $E[\psi]$ .  $V$  can take on four possible payoffs, i.e.  $V = \{v_n, v_h, v_m, v_l\}$ :  $v_n$  if the decision is not to exploit; and  $v_h, v_m, v_l$  if the decision is to exploit with high, medium, and low payoffs, respectively. The preference of the entrepreneur is stated in the following order:  $v_h \succ v_m \succ v_n \succ v_l$ . Numerical outcomes are measured in Euros whereas other outcomes are represented in categories such as  $h$  and  $l$ . Table 1 summarizes the results of step two.

$N$	Description	$\Omega$
$V \in V$	Expected value	$\{v_n, v_h, v_m, v_l\}$
$D_1 \in D$	Opportunity exploitation	$\{d_{11}, d_{12}\}$
$D_2 \in D$	Opportunity analysis	$\{d_{21}, d_{22}\}$
$D_3 \in D$	Seminar in opportunity analysis	$\{d_{31}, d_{32}\}$
$X \in X$	Value of the opportunity	$\{h, m, l\}$
$Y \in X$	Opportunity analysis result	$\{f, n, u\}$

Table 1: Description of nodes

First cycle of step 3: An initial influence diagram of the decision maker's core problem is shown at the graphical level of specification in Figure 6.

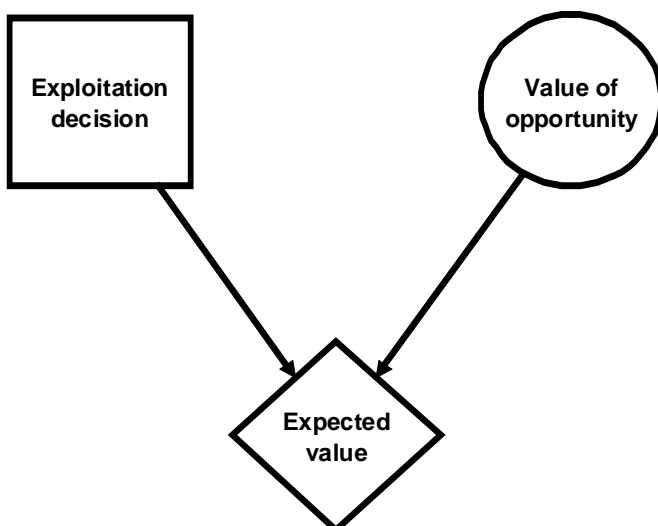


Figure 6: First influence diagram (core problem)

$V$  depends on  $D_1$  and  $X$  which is demonstrated by two functional arcs.  $D_1$  and  $X$  are independent. The probability assignment to  $X$  does not depend on the decision  $D_1$ , and vice versa. Now the entrepreneur develops an initial baseline forecast at the numerical level of specification consisting of probabilities and appropriate values for  $X$ . The results are shown in Table 2.  $\varphi_X(h)$ ,  $\varphi_X(m)$ , and  $\varphi_X(l)$  represent the prior probabilities (with  $\varphi_X(h) + \varphi_X(m) + \varphi_X(l) = 1$ ) of the appropriate values of the opportunity. In the case that the decision is to not exploit, the income stream from an existing employment contract is valued with  $v_n = 50,000$ . Given the probabilities and values, the expected value of the opportunity equals  $E[X] = 42,000$ . However, more sophisticated information is not available at the initial stage of development. The optimal strategy  $d^*$  is not to exploit the opportunity and to choose the current occupation, i.e.  $v_n$ . Figure 7 shows the decision tree for the core problem. The rollback calculation reveals the optimal strategy.

	$X \in X$		
	$h$	$m$	$l$
Probability	$\varphi_X(h) = 0.10$	$\varphi_X(m) = 0.30$	$\varphi_X(l) = 0.60$
Value [€]	$v_h = 180,000$	$v_m = 60,000$	$v_l = 10,000$

Table 2: Prior probabilities and values

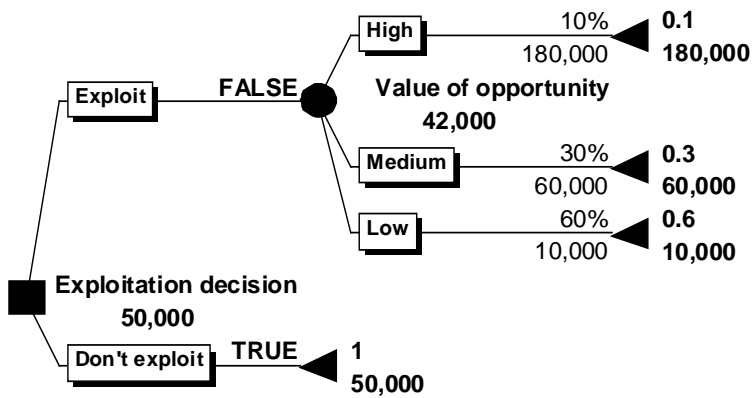


Figure 7: Solved decision tree for the core problem

Second cycle of step 3: At the second cycle of development the entrepreneur adds  $D_2$  and  $Y$  to the decision problem. Figure 8 shows the influence diagram of the extended problem.

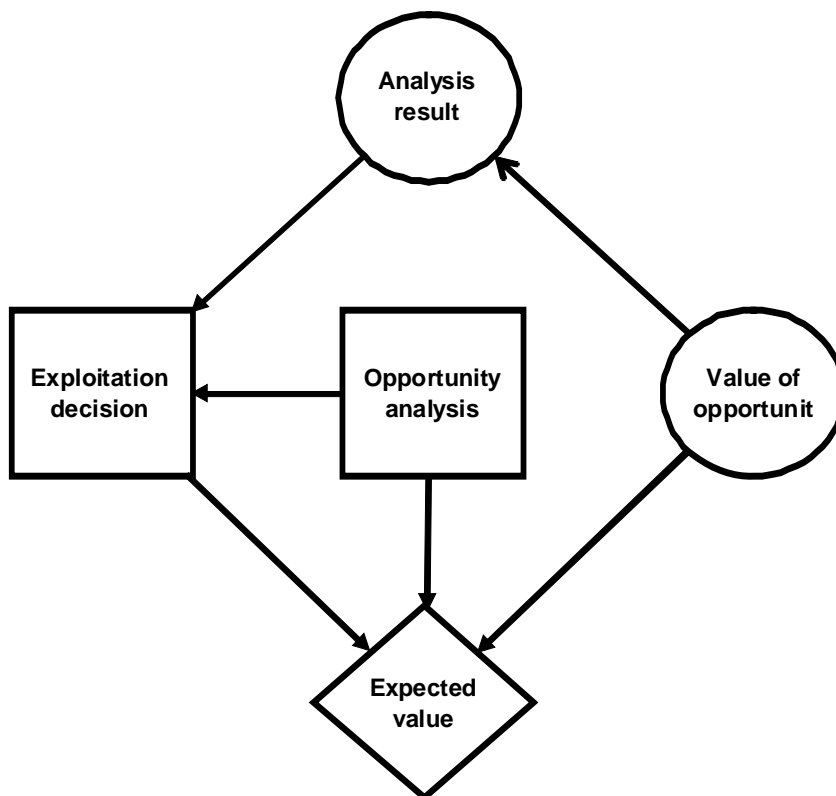


Figure 8: Second influence diagram (extended problem)

$V$  depends functionally on  $D_1$ ,  $D_2$ , and  $X$ . The informational arc between  $D_1$  and  $D_2$  conveys the sequential order of decision making. Two informational arcs are entering  $D_1$  showing that  $D_1$  has to be made based on the information provided by  $D_2$  and  $Y$ , i.e.  $P_{D_1} = \{D_2, Y\}$ . The conditional arc pointing from  $X$  into  $Y$  represents relevance. Prior probabilities are assigned to  $X$ . A conditional probability distribution  $\varphi_Y = \varphi(y|x)$  is assigned to  $Y$ . At the numerical level of specification the assigned probabilities are shown in Figure 9. The entrepreneur has a relatively low ability to discriminate between high, medium, and low opportunity values given its own opportunity analysis. However, the ability of discrimination seems to be somewhat better for a low value of opportunity.

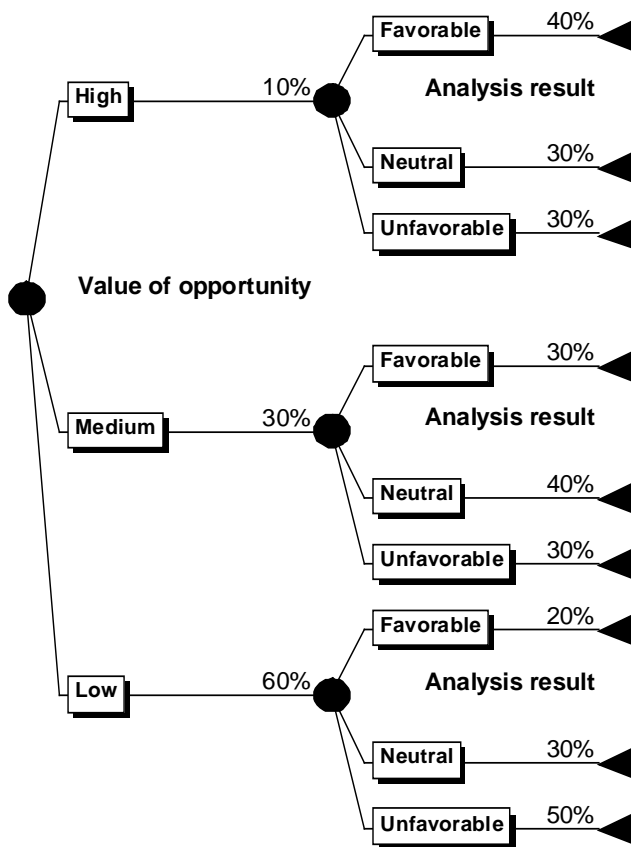


Figure 9: The conditional probability distribution of  $\varphi_Y = \varphi(y|x)$

Nevertheless, given such a rough opportunity analysis the rollback calculation reveals that the optimal strategy now is to conduct an opportunity analysis with respect to decision node  $D_2$ . The entrepreneur should exploit the opportunity in case the analysis result,  $Y$ , shows a favorable result and should not exploit the opportunity in case the analysis turns out to be neutral or unfavorable. This strategy has an expected value of 51,300 Euros and conveys an expected value of  $Y$  of 1,300 Euros (51,300 Euros minus 50,000 Euros). Also note that due to the rough opportunity analysis the optimal strategy has changed from  $d_{12}$  to  $d_{11}$ . Figure 10 shows the abbreviated decision tree for the second influence diagram given the conditional probability distribution of  $\varphi_Y = \varphi(y|x)$



in Figure 9. The likelihood distribution  $\varphi(y|x)$  in Figure 9 is transformed into the posterior distribution  $\varphi(x|y)$ . This requires the application of Bayes's Rule and the arc reversal operation to solve the decision problem (Howard & Matheson, 1981, Shachter, 1986, 1988).

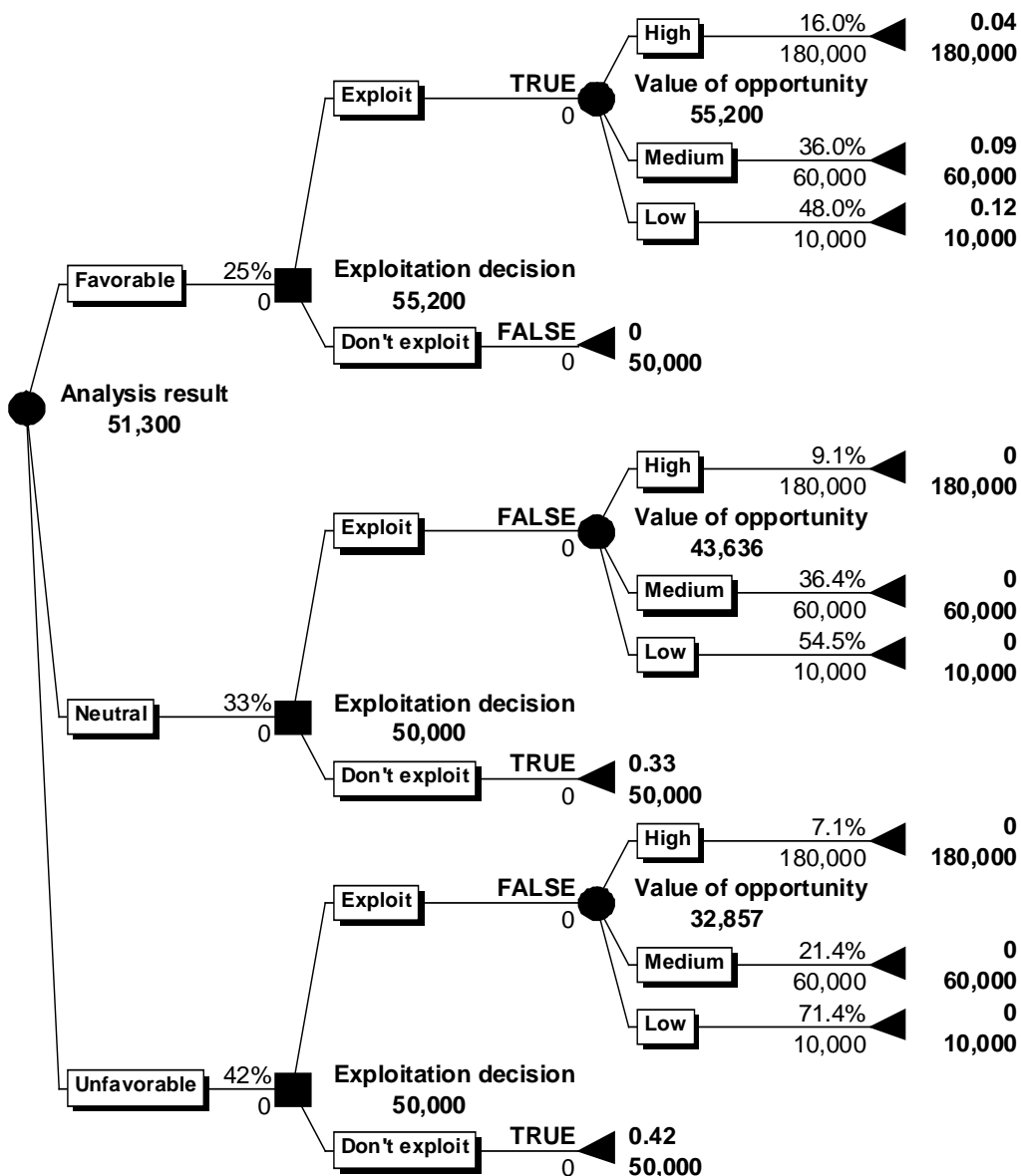


Figure 10: Abbreviated decision tree of the second influence diagram

The entrepreneur is unsure whether or not to attend a seminar on how to conduct an opportunity analysis. The entrepreneur is aware that a valuable seminar has to result in a better discrimination than the current one in Figure 9. This might be directly achieved by changing the conditional probability distribution of  $\varphi_Y = \varphi(y|x)$ , but the entrepreneur feels uncomfortable determining the reliability of the seminar for each state of conditional probability. In addition, the entrepreneur is not sure how the seminar and the expert's opinion may change the own opportunity analysis abilities.

In this case, the estimation of the general reliability of the analysis result would be a more convenient method. At the graphical level of specification this is accomplished by adding a reliability variable that assumes a probability of one for a perfectly reliable market analysis and a probability of zero indicating a totally unreliable analysis at the numerical level. Thus, the reliability  $p$  can take any value between zero and one, i.e.  $0 \leq p \leq 1$ . This concept provides a way to determine the value of perfect information as well as imperfect information and allows convenient sensitivity analysis on different reliability levels. In addition, it is still possible to determine the value of perfect information by assuming a perfect reliability of  $p = 1$ . Figure 11 shows the appropriate influence diagram. Figure 12 shows the probability tree with a reliability variable. For now the entrepreneur considers the influence diagram to be completed and requests further decision analysis as well as the calculation of the value of perfect and imperfect information.

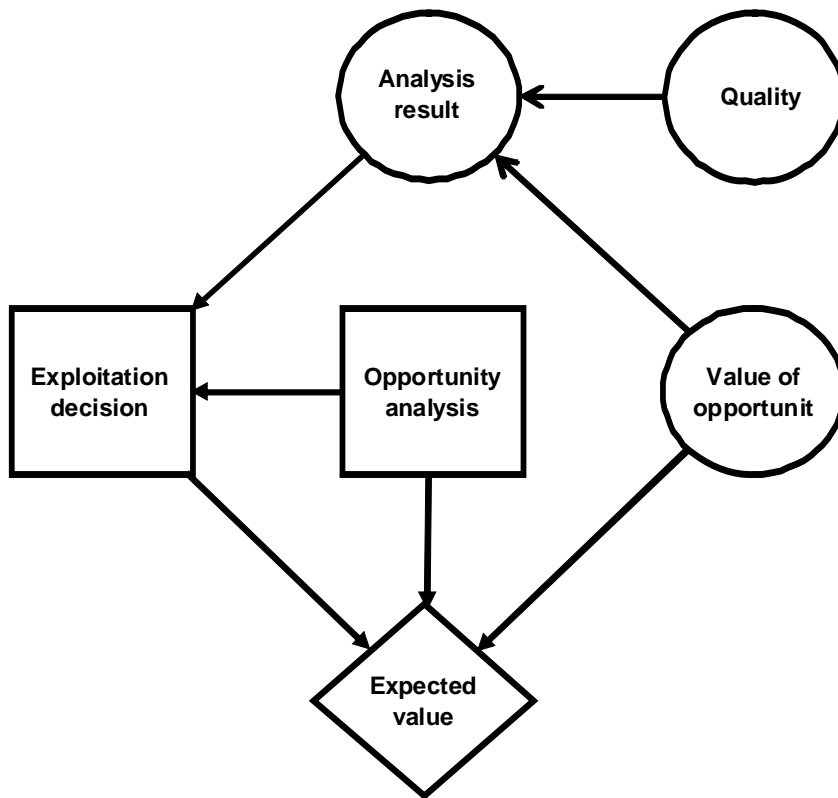


Figure 11: Third influence diagram with a reliability variable

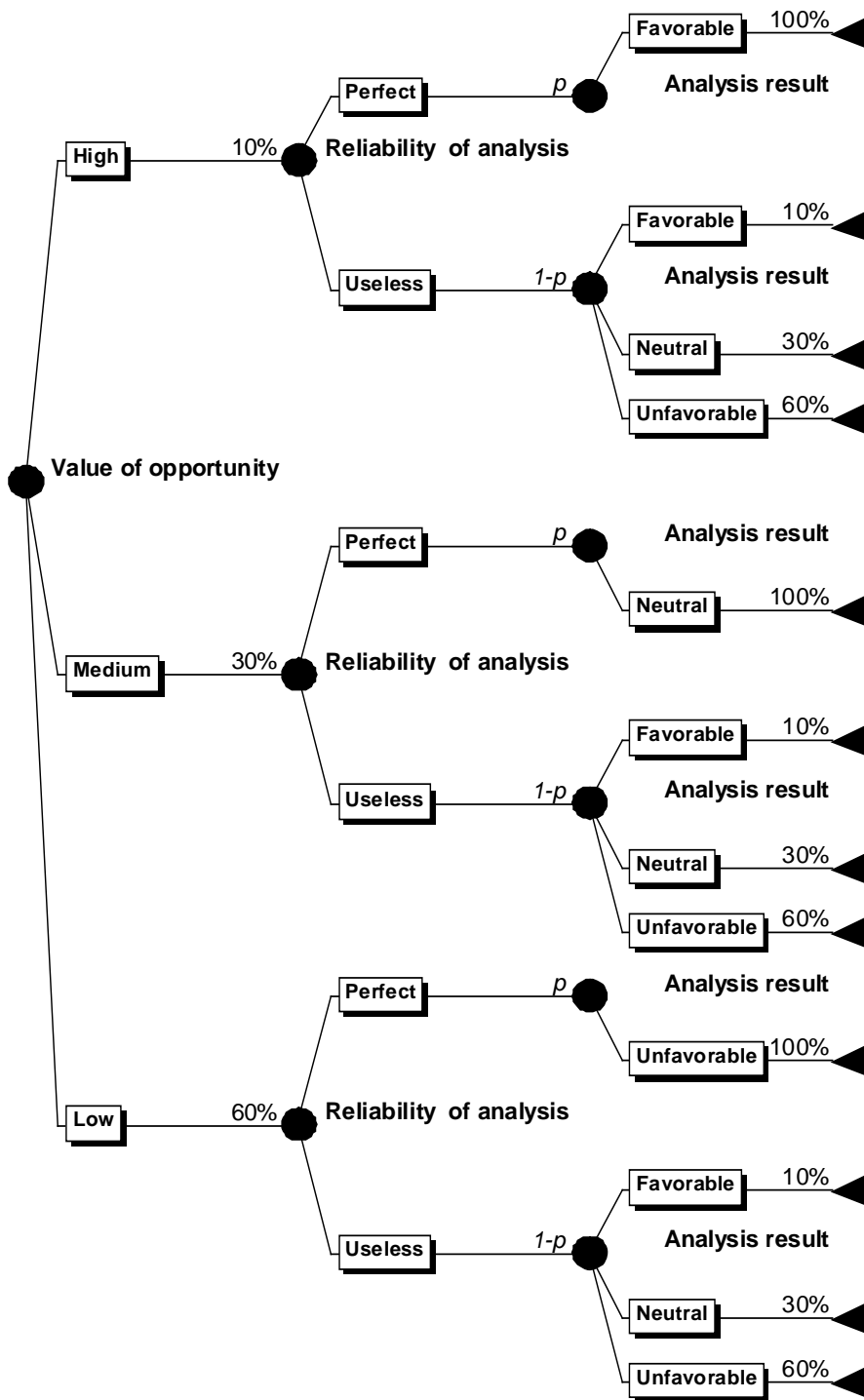


Figure 12: The probability tree with a reliability variable

*Step 4:* A sensitivity analysis of the prior probabilities of  $\varphi_X(h) = 0.10$  and  $\varphi_X(m) = 0.30$  would provide more insight into the sensitivity of the expected value of the opportunity which is determined by

$$E[X] = \varphi_X(h) \cdot v_h + \varphi_X(m) \cdot v_m + [1 - \varphi_X(h) - \varphi_X(m)] \cdot v_l.$$

The entrepreneur believes that a reasonable range of prior probabilities would be [0; 0.2] for  $\varphi_X(h)$  and [0.2; 0.4] for  $\varphi_X(m)$ . Figure 13 visualizes the results of the sensitivity analysis. If the horizontal level at an expected value of  $v_n = 50,000$  is cut by the shaded slope level, the entrepreneur would exploit the opportunity and gain an expected value at the slope level above the horizontal level. On the other hand, the entrepreneur would always choose  $v_n = 50,000$  if the shaded slope level is below the horizontal level. The intersections of both levels represent indifferent probabilities on a linear indifference curve.

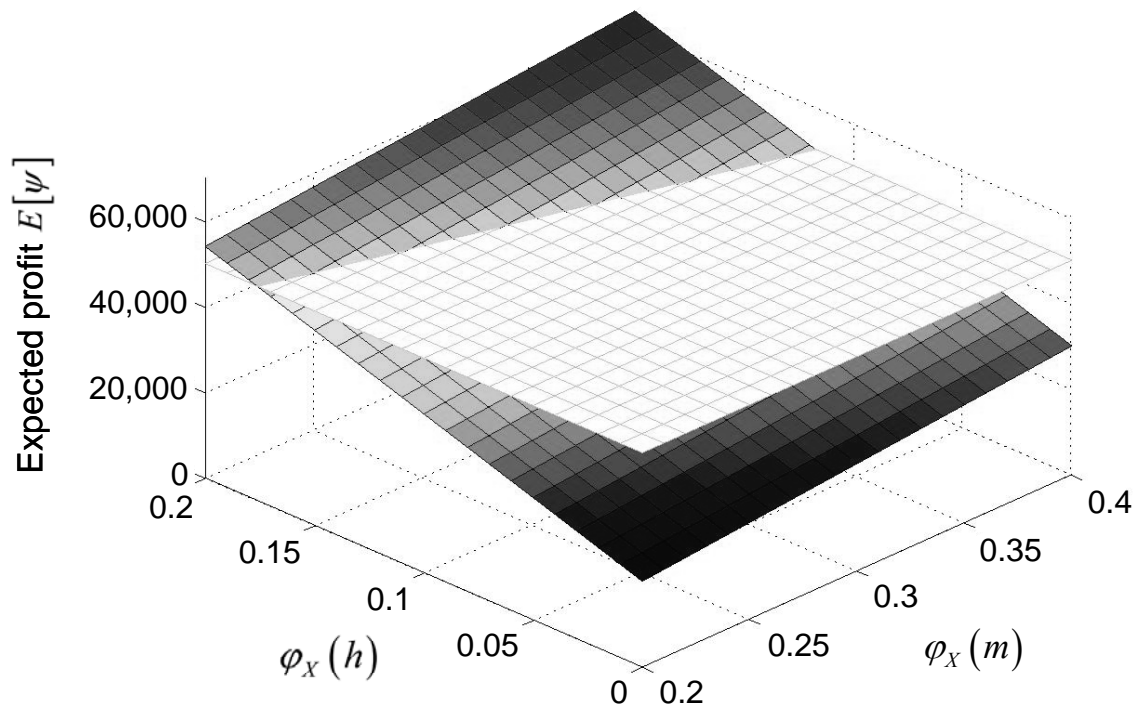


Figure 13: Sensitivity analysis on prior probabilities  $\varphi_X(h)$ ,  $\varphi_X(m)$ , and  $\varphi_X(l)$

In addition, more insight is obtained by calculating the value of perfect information which is also referred to as the value of clairvoyance (Howard, 1966, 1967, Howard & Matheson, 1981). This can be determined by adding an informational arc from  $X$  to  $D_1$  at the core influence diagram in Figure 6 given the prior probability distribution. In Figure 14 the expected value with perfect information is calculated by

$$E[\psi_{PI}] = \varphi_X(h) \cdot v_h + \varphi_X(m) \cdot v_m + [1 - \varphi_X(h) - \varphi_X(m)] \cdot v_n$$

at the functional level of specification where the index  $PI$  indicates perfect information. The optimal strategy is to exploit the opportunity if a high or a medium value of the opportunity is reported and to keep the current occupation if the opportunity turns out to

be of low value. This strategy has an expected value of 66,000. Thus, the expected value of perfect information equals 16,000 Euros (66,000 Euros minus 50,000 Euros) which is much more than the value of the entrepreneur's rough opportunity analysis. The value of perfect information provides an upper boundary of real information gathering.

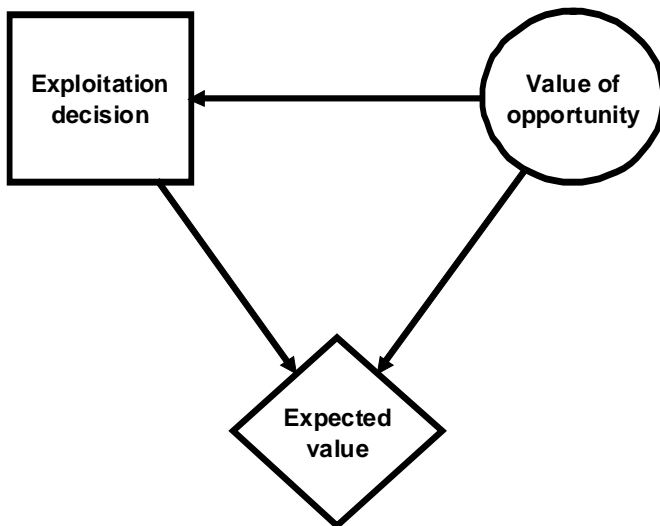


Figure 14: Influence diagram with perfect information

Further, a sensitivity analysis of the expected value of perfect information would give more insight into the space of optimal strategies. It shows also how robust the optimal strategy is to variations in probabilities. Consider that the entrepreneur chooses to exploit the opportunity if

$$v_n < \varphi_X(h) \cdot v_h + \varphi_X(m) \cdot v_m + [1 - \varphi_X(h) - \varphi_X(m)] \cdot v_l$$

and chooses not to exploit the opportunity if

$$v_n > \varphi_X(h) \cdot v_h + \varphi_X(m) \cdot v_m + [1 - \varphi_X(h) - \varphi_X(m)] \cdot v_l.$$

The entrepreneur is indifferent to the optimal strategy if the indifference probabilities

$\varphi_X(h)'$  and  $\varphi_X(m)'$  satisfy

$$v_n = \varphi_X(h)' \cdot v_h + \varphi_X(m)' \cdot v_m + \left[1 - \varphi_X(h)' - \varphi_X(m)'\right] \cdot v_l.$$

Thus, the indifference probabilities are specified as

$$\varphi_X(h)' = \frac{v_n - \varphi_X(m)' \cdot (v_m - v_l) - v_l}{v_h - v_l}$$

and

$$\varphi_X(m)' = \frac{v_n - \varphi_X(h)' \cdot (v_h - v_l) - v_l}{v_m - v_l}.$$

If  $\varphi_X(h) > \varphi_X(h)'$  and  $\varphi_X(m) > \varphi_X(m)'$  are satisfied, the expected value of opportunity would be higher than  $v_n = 50,000$  and thus, the entrepreneur would exploit the opportunity. The expected value of perfect information equals  $E[\psi_\Delta] = E[\psi_{PI}] - E[\psi]$ . Figure 15 shows a three-dimensional plot of  $E[\psi_\Delta]$  as a function of  $\varphi_X(h)$  and  $\varphi_X(m)$ . The maximum expected value of perfect information is always at the indifference probabilities where  $\varphi_X(h) = \varphi_X(h)'$  and  $\varphi_X(m) = \varphi_X(m)'$ . It is interesting to note that in some decision problems there exists a range of probabilities that comprises a space for the same optimal strategy whereas in other situations the optimal strategy requires probabilities with relatively high precision. In addition, the



entrepreneur gains clear insight into the sensitivity of the value of information and the optimal strategy with respect to  $\varphi_x(h)$  and  $\varphi_x(m)$ .

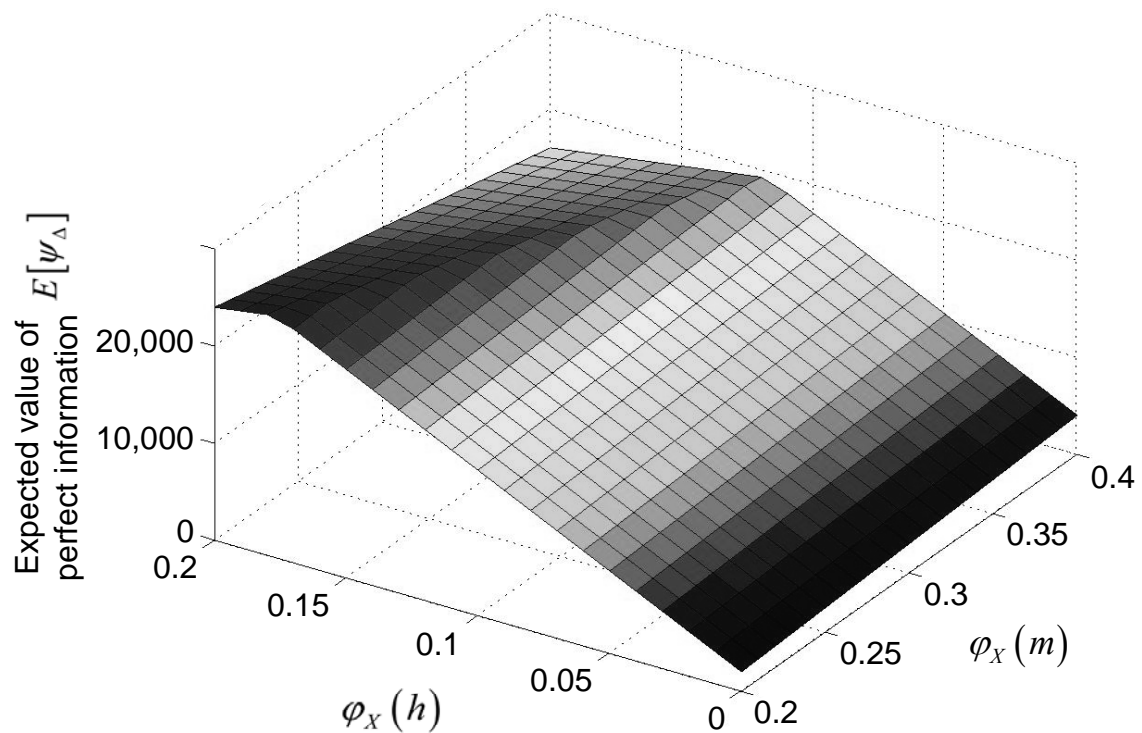


Figure 15: Expected value of perfect information

The value of perfect information can also be determined by assuming a reliability of  $p = 1$  in the third influence diagram in Figure 11. In real situations the information is usually imperfect (i.e.,  $p < 1$ ). An opportunity analysis, for example, results in imperfect yet relevant information. With such information the entrepreneur may be better able to estimate the opportunity value. An influence diagram allows the modeling of results of an opportunity analysis. Assume that the entrepreneur believes that the attendance at a seminar on opportunity analysis and the expert's opinion would increase

the entrepreneur's probability of accuracy to approximately 50%. This represents an expected value of imperfect information of 5,640 Euros (56,400 Euros minus 50,000 Euros). In this case, the optimal strategy is to exploit the opportunity unless the opportunity analysis shows an unfavorable result. Once again the decision to attend a seminar has changed the optimal strategy in contrast to both situations with no opportunity analysis and with a rough opportunity analysis. Note also that the entrepreneur's rough analysis has a reliability level of  $p = 0.152$ .

The entrepreneur receives more insight by performing a sensitivity analysis of the reliability variable. This shows the value of imperfect information with respect to different reliability levels of seminars and consequently of opportunity analyses. The results of the sensitivity analysis are shown in Figure 16. The diagram is divided into three regions indicating different optimal strategies. An opportunity analysis with  $p_I < 0.058$  represented by region *I* has no value to the entrepreneur as it does not change the initial strategy to stay with the employment contract. The entrepreneur's rough opportunity analysis with the conditional probability distribution of  $\varphi_Y = \varphi(y|x)$  in Figure 9 falls with  $p = 0.152$  into region *II* that consists of  $0.058 < p_{II} < 0.445$ . This means that an opportunity analysis with a considerably low reliability level has an impact on the optimal strategy and a value of less than 5,330 Euros. However, other circumstances may require an analysis outcome that has a higher minimum level of  $p$  to change the optimal strategy. Under certain conditions the value of imperfect information could be relatively higher (measured in Euros per percentage point of reliability) compared to the example of this paper, yet requires an almost perfect reliability of information. In such situations the entrepreneur has to consider whether an

opportunity analysis with such a high level of reliability is in reality obtainable. Both the values of perfect and imperfect information as well as the minimum useful level of reliability provide important information to the entrepreneur's decision problem as it reveals whether or not a strategy changes, and approximates the value of real interventions and information gathering before actually performing them.

The optimal strategy in region *II* is to exploit the opportunity if the opportunity analysis shows a favorable result, otherwise the optimal strategy is not to exploit. Region *III* consists of  $p_{III} > 0.445$  where the optimal strategy is to exploit if the analysis result turns out to be favorable or neutral. For example, if the considered seminar on opportunity analysis and the expert's opinion with  $p = 0.50$  incurs costs of 10,000 Euros, the entrepreneur should not attend the seminar as it should have a quality level of  $p \geq 0.688$ . Finally, an unfavorable analysis outcome would never result in an exploitation decision as  $v_l = 10,000 < v_n = 50,000$ .

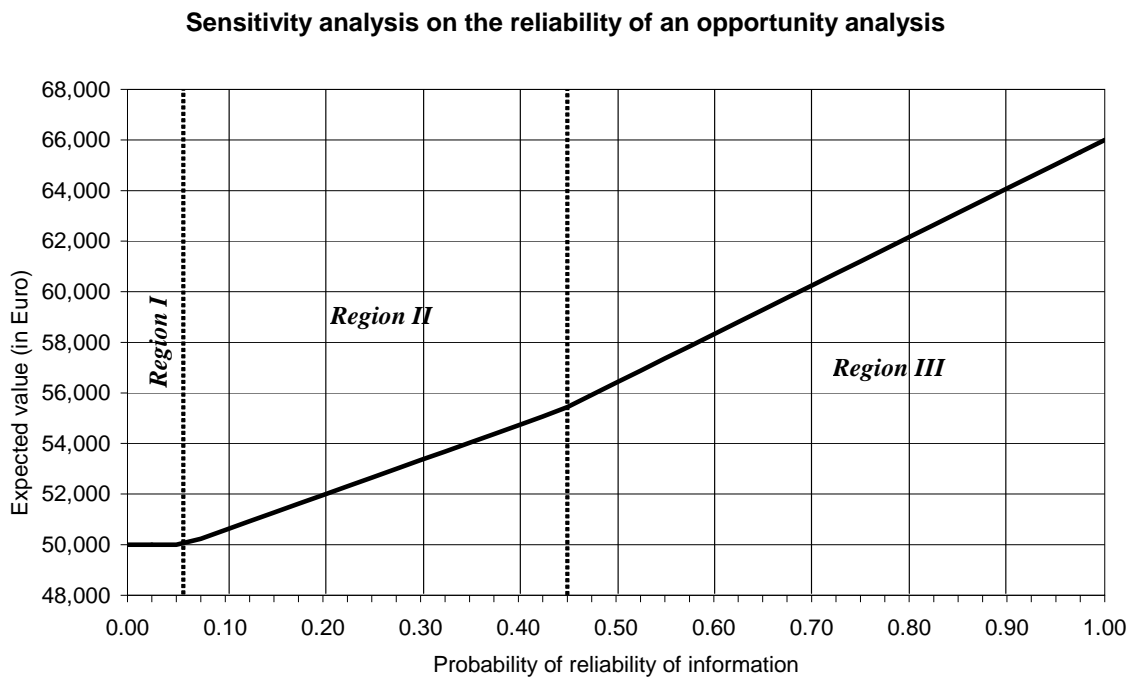


Figure 16: Sensitivity analysis on the reliability of an opportunity analysis

## 4. Conclusions and Future Research

This paper proposes a prescriptive research approach in entrepreneurship to fill the gap of how entrepreneurs should use the substantial knowledge about entrepreneurship in their own decision making as well as within the process of business venturing. The prescriptive perspective focuses on supporting entrepreneurs to enable them to make better decisions by considering the entrepreneur's beliefs about uncertainties and alternatives for decisions, whereas the predominant descriptive perspective in the field of entrepreneurship focuses on how entrepreneurs actually behave and make decisions.

Decision analysis is a prescriptive research approach that uses normative theories of rational choice while acknowledging descriptive studies of actual decision behavior. Influence diagrams, well-established analytical methods in decision analysis, are used to

demonstrate the application of prescriptive methods that aid and enhance the decision making of entrepreneurs. They describe the structure of a decision problem in a concise way, give clear insight into a decision problem, and provide an effective method for communication. Ambiguous decision problems are transformed into transparent ones by performing a sequence of transparent steps. Influence diagrams operate at the graphical, functional, and numerical level of specification. This paper outlines the foundations of influence diagrams and introduces a process of developing an influence diagram model.

The application of influence diagrams is demonstrated on an occupational choice problem of whether the entrepreneur should exploit a discovered uncertain opportunity or pursue a paid employment. The initial evaluation results in the optimal strategy to keep the current occupation as it is valued higher than the expected value of the uncertain opportunity. By further elaborating on the decision problem the entrepreneur considers conducting an opportunity analysis that recognizes a low analysis ability of discriminating between different analysis outcomes. The entrepreneur also considers attending a seminar on how to perform an analysis and obtain an expert's opinion.

Gradually, the influence diagram model provides a more realistic picture of the actual real-world decision problem and simultaneously provides a method for modeling the problem. As the conditional probability assessment becomes too complicated this paper introduces a reliability parameter that indicates the reliability of the opportunity analysis ranging from a perfect to a useless analysis. The parameterization allows a convenient comparison of different reliable analyses. In addition, a sensitivity analysis is performed as this gives the entrepreneur more insight into the impact of reliable different opportunity analyses. By means of the sensitivity analysis the entrepreneur can identify

a minimum level of reliability below which an opportunity analysis does not change the optimal strategy and thus, is without value. Two further different regions of reliability levels can also be identified, that convey different optimal strategies. Further decision analyses give insight into the space of optimal strategies on the expected value of perfect information based on different levels of prior probability distributions. Based on this analysis, indifference probabilities are specified indicating the maximum expected value of perfect information. As demonstrated by the illustrative example, the complete decision analysis aids and enhances the decision making of entrepreneurs as well as the decision making process in business venturing. This paper emphasizes the fact that entrepreneurs need to build models for themselves by means of influence diagrams by starting from scratch with their business idea in mind. This aids decision making and enhances learning and encourages nascent entrepreneurs to create their own models by achieving maximum learning benefits.

Despite the potential benefits of improved decision making, little research has been done into the means that improve the decision making of entrepreneurs. Thus, a major objective in entrepreneurship research should focus on the development of decision aids for entrepreneurs. Besides the example provided in this paper, another example of application for future research comprises the process of financial planning in business venturing (Gansel, 2008). One might think of an influence diagram that contains only chance and deterministic nodes (i.e. calculation and value nodes) which is called a “relevance diagram” (Howard, 1989). Such functional and deterministic dependency would be the equivalent of common spreadsheet applications. The wide acceptance of such spreadsheet applications has led to an overwhelming application of financial

planning in business venturing where such deterministic diagrams are normally used to create a financial plan. The conceptual link between spreadsheet models and financial planning is that financial planning typically consists only of such deterministic functions at the functional and numerical level of specification. This commonly used approach encourages users to focus on the forecasting numbers themselves by leaving out fundamental understanding of the strategic interrelationship between complex financial and business decisions inherent to a financial planning model. An influence diagram model that develops a financial plan based on the influence diagram technique goes far beyond simple deterministic calculation functions.

In addition, an inherent characteristic in business venturing is that decisions are made with incomplete information in the presence of significant uncertainty. For such highly uncertain situations, current literature provides no method that aids entrepreneurs in understanding the financial magnitude of their decisions in a consistent way. Conventional planning approaches, appropriate for ongoing businesses in predictable industries, are adopted from large-scale international companies which is, however, "... sheer folly when applied to new ventures" (McGrath & MacMillan, 1995, p. 44). The primary aim of such planning approaches in entrepreneurship literature is the creation of a pro forma financial statement as part of a complete business plan. The issue that needs to be addressed is which approach should guide entrepreneurs in their present and future decisions in entrepreneurial circumstances (Gansel, 2008). For this purpose it is important to solve the many unknowns which require a framework that supports decision making and enhances learning. Influence diagrams are an appropriate approach for dealing with situations characterized by multiple, interrelated uncertain events and

decisions. It is my hope that this article stimulates more research into the application of prescriptive research methods in the field of entrepreneurship.



# KAPITEL 6

---

## **Supporting Decisions on Gathering Information for New Venture Profit Planning**

---

*Benjamin B. Gansel\*\**

---

\*\* I gratefully acknowledge critical comments and suggestions from Prof. Alfred Luhmer for improving the original manuscript. This paper also benefited from comments and discussions from the participants of a presentation at the Operations Research 2007 annual conference of the German Operations Research Society, Saarbrücken, Germany. An earlier, shorter five-page version of this paper titled “About the Limitations of Spreadsheet Applications in Business Venturing” is accepted for publication in the Conference Proceedings, Springer Verlag, 2008.

## **Abstract**

This paper argues that common financial planning spreadsheet models proposed by current entrepreneurship literature are limited. They encourage users to focus on the forecasting of numbers, but the strategic interrelationship between complex financial and business decisions cannot be modeled. The primary aim is the creation of financial statements instead of supporting critical decision making. To overcome these drawbacks this paper proposes modeling with influence diagrams. The novel application is demonstrated on an income statement drawn from literature. This is used to develop an appropriate influence diagram which allows modeling of underlying financial positions that are strategically interrelated to decisions. Further decision analysis approximates the value of possible information gathering on critical financial positions and reveals how this influences the optimal strategy before actually performing them. The minimum level of quality of imperfect information is identified below which additional information gathering does not change the optimal strategy. Such decision analytical methods aid and enhance the decision making process underlying financial planning. A pro forma income statement can still be extracted from the influence diagram model, but now represents the logical outcome and optimal strategy of the entrepreneur's decision making process.

## **1. The Mirage of Spreadsheet Applications in Business**

### **Venturing**

Spreadsheets are ubiquitously applied in end-user applications ranging from simple adding calculations to complex decision problems that require interactions among multiple persons. As most people avoid utilizing different software packages for each problem, they routinely use spreadsheets to perform modeling or to aid decision making. End users consist of novice amateurs to well experienced professionals. The wide acceptance of spreadsheets has also led to an overwhelming application in

financial planning in business venturing. Almost all standard entrepreneurship textbooks (see for example, Barringer & Ireland, 2005, Hisrich, Peters & Shepherd, 2005, Scarborough & Zimmerer, 2006) propose (Excel) spreadsheets to create a financial plan as part of a business plan. This is supplemented by the widespread availability of spreadsheet template models that strongly encourage their application to prepare pro forma financial statements. The major advantage of spreadsheet applications is the ease of handling and the automatic of calculation. Spreadsheet templates provide a starting point for entrepreneurs to generate a set of pro forma statements as the spreadsheet format fits exactly to the form of accounting statements. (Excel) spreadsheets also benefit from their portability.

There are, however, drawbacks for using spreadsheet models in business venturing. A practical weakness is a natural result of the diversity of how entrepreneurs create spreadsheets for financial planning. Frequently, data and functions are not separated. Underlying assumptions are not documented. People often start at the top left corner of the first worksheet and carry on with “copy, cut, and paste” of cells and formulas while developing the actual model (Coles & Rowley, 1996, Mather, 1999). This causes spreadsheet errors (for an overview see Panko, 1998). A first approach of a general framework for building spreadsheet based decision models is proposed by Mather (1999).

Besides these technical weaknesses the user faces the major and most obvious drawback by opening a spreadsheet that contains a financial plan of a start-up. The user instantaneously sees values, strictly speaking forecasted numbers without understanding the coherences behind these numbers. These values are assigned to functions and one

can see either the numbers or the functions, but not both (Denardo, 2001). To understand the background story of these values (i.e. the business concept of the considered start-up), the user digs deeply into all worksheets of the spreadsheet model and the underlying interrelated functions, which is both difficult and time consuming. The user then develops some kind of an imaginary graphical image of the financial plan based on the underlying business concept. Such issues are also encountered by the person who develops the spreadsheet and then opens it again after a couple of weeks. Thus, a spreadsheet model consisting of forecasted values conveys a mirage with respect to the actual business concept. It encourages users to focus on the forecasting numbers themselves by leaving out fundamental understanding of the strategic interrelationship between complex financial and business decisions inherent to a financial planning model. In particular, entrepreneurs need to understand such complex financial and strategic interrelationships as entrepreneurial decisions are in most cases characterized by one-off new situations requiring subjective judgment under a limited amount of information. In such highly complex and uncertain situations, conventional spreadsheet planning approaches, appropriate for ongoing businesses in predictable industries, are adopted by minor modifications to new ventures from large-scale international companies which is, however, "... sheer folly when applied to new ventures" (McGrath & MacMillan, 1995, p. 44). The primary aim of such planning approaches in entrepreneurship literature is the creation of a pro forma financial statement as part of a complete business plan.

The question arises of whether or not there is a superior approach that overcomes these drawbacks. At the same time the approach has to create a pro forma financial plan with

numerical values which are linked together by appropriate functions. Concerning these issues this paper proposes modeling with influence diagrams (Howard & Matheson, 1981, Miller, et al., 1976, Owen, 1978, Shachter, 1986), particularly at the graphical level which goes beyond the narrow boundaries set by conventional planning with spreadsheet applications. They "... were designed to bridge the gap between the formulation of a probabilistic model for inference and decision making and the formal mathematical and statistical analyses of the problem" (Oliver & Smith, 1990, p. xvi). Influence diagrams have been applied and widely used in many decision problems. For an overview see Keefer, Kirkwood and Corner (2004) who conducted a survey of decision analysis applications published in 1990-2001 in several major English-language journals. More recent publications include de Campos, Fernández-Luna and Huete (2004), Pennock and Weliman (2005), Jensen, Nielsen and Shenoy (2006).

An influence diagram shows the flow of information and the decision maker's knowledge at any given point in time (Shachter, 1986). Besides their representational compactness, influence diagrams are intuitive to understand and facilitate the formulation, assessment, and evaluation of decision problems, as perceived by decision makers (Howard, 1990, Shachter, 1986), by capturing a large number of interrelated alternatives and uncertainties. They describe the structure of a decision problem in a concise way, and are effective means for communicating with decision makers, computers, among people, and experts (Howard, 1990, Kirkwood, 1992, Owen, 1978). Further, influence diagrams generate insight whereby they allow a better understanding of the considered decision problem, thus enhancing learning. By means of a decision model the entrepreneur gains insight into something that the entrepreneur was not aware

of at the beginning. An improved understanding ultimately results in better decisions. In addition, entrepreneurial decision making often suffers overconfidence and emotional biases that can be reduced and rationalized by means of influence diagrams (Chelst, 1998, Keh, Foo & Lim, 2002).

Common financial planning spreadsheets of ventures proposed by entrepreneurship literature typically consist solely of deterministic functions only at the functional and numerical levels of specification. Such models neglect multistage, interrelated uncertain events and decisions, as well as underlying assumptions at the graphical, functional, and numerical levels of specification. An inherent characteristic in business venturing is that decisions are made with incomplete information in the presence of significant uncertainty. In such situations the focus should be given to critical unknowns and not to detailed forecasts by means of spreadsheet templates. There exists an important distinction between the ubiquitous applied decision making tool “spreadsheet” and the decision making methodology “influence diagram”. This paper proposes the application of the methodology that may be implemented by spreadsheet tools. Such software packages, which allow modeling with influence diagrams, can be divided into stand-alone software and third-party add-ins for (Excel) spreadsheet. An overview is provided by Grossman (2002) and Maxwell (2004).

This paper is structured as follows. Section 2 uses an illustrative example – the development of the entrepreneur’s pro forma income statement – to show the application of conventional spreadsheet applications in entrepreneurship literature and discusses their drawbacks. By introducing the foundations of influence diagrams, section 2 also shows conceptual and methodological differences between spreadsheets

and influence diagrams. The example is further used in section 3 to demonstrate the application of influence diagram models which go beyond conventional spreadsheet applications. A sensitivity analysis is applied to identify the minimum useful level of quality of imperfect information below which additional information gathering does not change the optimal strategy. The analysis approximates the value of possible information gathering and reveals how this influences the optimal strategy before actually performing them. Section 4 reveals the practical implications of all analyses with respect to the example. Section 5 concludes and discusses future research.

## **2. From Conventional Spreadsheet Applications to Influence**

### **Diagram Models**

Conventional spreadsheet applications are used in several standard entrepreneurship textbooks. A general income statement is derived according to Barringer and Irland (2005), Hisrich et al. (2005), Scarborough and Zimmerer (2006). It contains numerical predictions based on deterministic functions and represents a highly simplified version of a pro forma income statement. Imagine, for example, New Venture Inc. tries to enter the market of real-time thermocyclers. Thermocyclers are laboratory apparatuses for automating the Polymerase Chain Reaction (PCR), a process that was invented by Kary Mullis in 1983, Nobel Price Laureates in Chemistry in 1993. With the development of real-time (quantitative) PCR, the measurement of PCR products occurs during cycling rather than after a fixed number of cycles, which considerably improves the process. While the product lifecycle for conventional PCR is said to be almost in downturn, the market for real-time PCR is expected to grow in the coming years. Estimated market

growth rates range from 15 to 30 percent per year. The device developed by New Venture Inc. considerably shortens the process, increases its reliability, and can be produced at lower manufacturing costs. Given such a competitive advantage, New Venture Inc. estimates to sell 50 devices within the first year of business at a target price of 3,300 Euros. Cost of goods sold per device is estimated to be 1,100 Euros. Operating expenses are 85,000 Euros resulting in an estimated net income of 25,000 Euros at the end of the first year. The simplified pro forma income statement is shown in Figure 17.

<b>Income Statement (Dec. 31, 2008)</b>	
in Euro	
<b>Sales</b>	<b>165,000</b>
Cost of goods sold	55,000
<b>Gross profit</b>	<b>110,000</b>
Operating expenses	85,000
<b>Net income</b>	<b>25,000</b>

*Figure 17: Simplified pro forma income statement of New Venture Inc. as of December 31, 2008*

The spreadsheet in Figure 17 encourages users to focus exclusively on the forecasting of numbers. The spreadsheet behind the income statement only allows manipulation of the values, but it cannot model the inherent financial and strategic interrelationships and decisions. Figure 17 provides no methodology to aid decisions and makes only a negligible contribution to understand New Venture's business concept. The spreadsheet model operates solely at the numerical and functional levels of specification. To demonstrate the development from conventional planning with pure spreadsheet models



to influence diagram models in financial planning, the simplified pro forma income statement in Figure 17 will be used throughout the rest of this paper.

Influence diagrams can be distinguished at three levels of specification – graphical, functional, and numerical (shown in Figure 18) – in both probabilistic and deterministic cases (Howard & Matheson, 1981). The deterministic case is a special case in the probabilistic case where the conditional probability of its value is equal to one. The graphical level specifies that one variable depends in a general way (deterministic or probabilistic) on other variables. This is a powerful level of specification as it visually reveals the flow of information, probabilistic dependency as well as independency of variables, and the decision maker’s knowledge at any given point in time. The functional level specifies the function and form describing such dependencies. At the numerical level, detailed numerical data is stored within each node. The probability distribution can be either discrete or continuous.

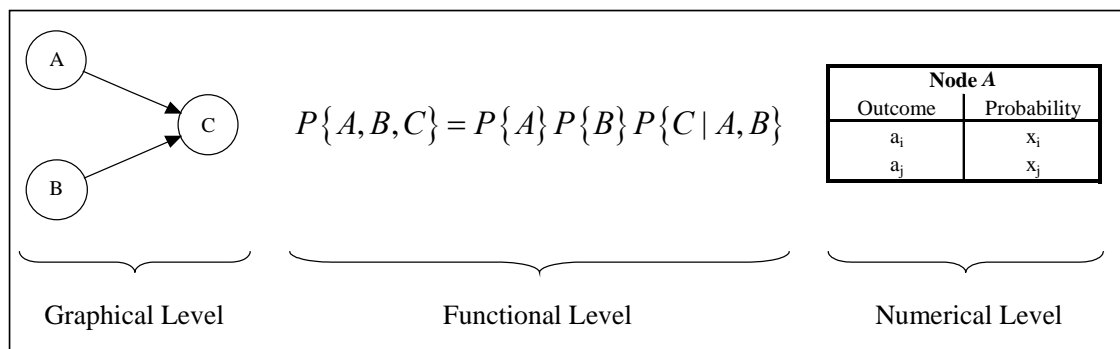


Figure 18: Three levels of specification (illustrative)

At first Figure 17 is transferred into a deterministic influence diagram conveying the same information at the numerical and functional levels of specification shown in Figure 19. Beyond that it reveals a graphical representation of the income statement

which is supplemented by the deterministic functional basic financial positions of *sales* and *cost of goods sold*. For example, *sales* are determined by multiplying the elements of *price* and *sales volume*. In general, an influence diagram is defined as a directed acyclic graph  $G = (N, A)$  consisting of nodes  $N$  and directed arcs  $A$  (Shachter, 1986). Thus, a set of nodes or arcs is denoted by uppercase curved letters  $A, B, C, \dots$ . Generally each node is associated with a variable  $X_i$  that has a set of possible finite outcomes denoted by  $\Omega_{X_i}$ . Let  $x_{ij}$  denote an element of  $\Omega_{X_i}$ . For example, in Figure 19 the element of the node *price* is numerically determined at 3,300 Euros.

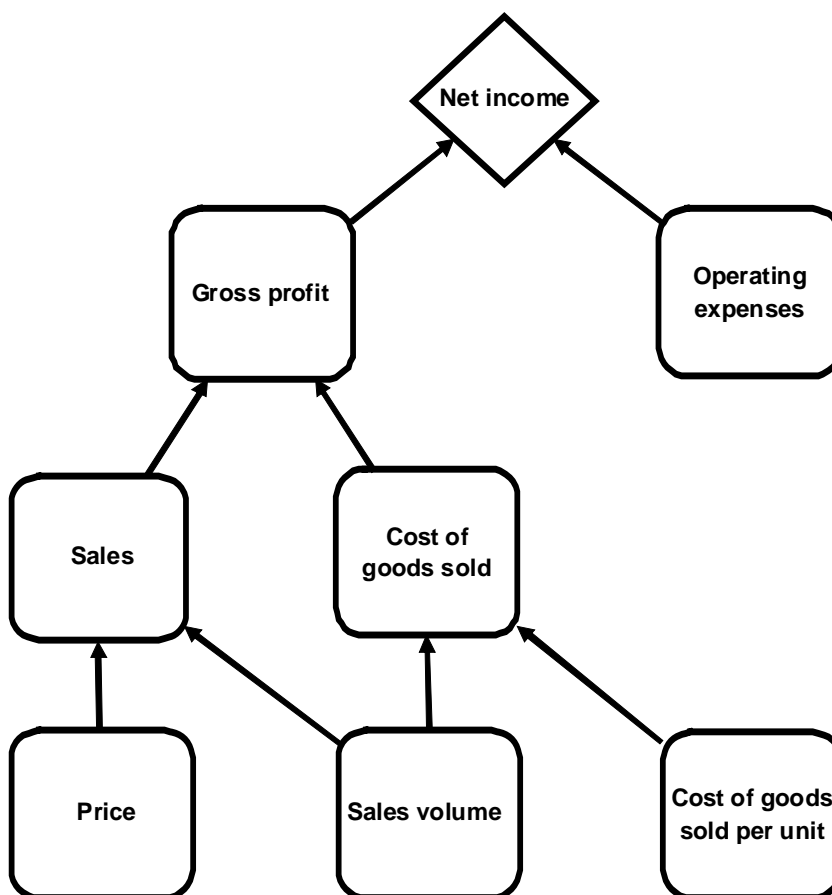


Figure 19: Deterministic diagram of the simplified income statement

However, this raises the question of whether the nodes *price*, *sales volume* and *cost of goods sold per unit* are in fact all deterministic variables. The price considered in an income statement is actually the result of the entrepreneur's (decision maker's) pricing decision which fundamentally questions a deterministic representation. Similarly, sales volume and the cost of goods sold per unit as well as operating expenses are actually uncertain events as all represent the entrepreneur's best baseline forecasts of these positions. Before showing a modified influence diagram that incorporates these thoughts, this paper briefly introduces the foundations of different representations of nodes and arcs in an influence diagram.

A directed arc pointing from node  $X$  to node  $Y$  is denoted by a pair of nodes  $(X, Y)$ ,  $(X, Y) \in A$ , where node  $X$  is a direct predecessor of node  $Y$ . For each node  $X$ , the direct successor set of nodes is defined as  $S_X = \{Y \in N : (X, Y) \in A, X \neq Y\}$ , and similarly the direct predecessor set of nodes is denoted by  $P_X = \{Y \in N : (Y, X) \in A, X \neq Y\}$ . The nodes  $N$  of an influence diagram can be partitioned into the set of value nodes  $V$ , decision nodes  $D$ , chance nodes  $X$ , and intermediate calculation nodes  $C$ , i.e.  $N = V \cup D \cup X \cup C$ . A *value node* represents the final consequence/value of the decision process. The objective is to maximize the expected value which is represented by leafs in a decision tree. In this example, this is represented by the node *net income* in Figure 19. It is assumed that there is at most one value node  $V$ , i.e.  $S_X = \{\emptyset\}$ , that is associated with the decision maker's utility function  $\psi$  mapping from  $\Omega_{P_V}$  into  $\Omega_V$ ,  $\psi: \Omega_{P_V} \rightarrow \Omega_V$ , representing the expected utility as a function of the values of  $P_V$ .

As mentioned above the pricing decision is generally represented by a *decision node*,  $D$ , that is associated with a decision alternative  $d$  chosen from the set of all available alternatives  $\Omega_D$ . For example, the node *price* may consist of two pricing alternatives, the strategy of *high prices* and *low prices*. The decision is controlled by the decision maker based on the information available at the time the decision is made. Given an influence diagram, the optimal strategy  $d^*$  can be calculated for each decision node  $D$  given the values of  $P_D$ . The criterion for  $d^*$  is to maximize the expected utility function  $E[\psi]$ . For each decision node  $D$  the decision function  $f_D$  maps from  $\Omega_{P_D}$  into  $\Omega_D$ ,  $f_D : \Omega_{P_D} \rightarrow \Omega_D$ , indicating the decision maker's state of information at decision node  $D$ .

A *chance node* represents a chance event that is associated with a random variable  $X$  and the corresponding set of possible outcomes  $\Omega_X$ . In the example *sales volume* and the *cost of goods sold per unit* would be considered as uncertain events. Each variable  $X$ , given  $P_X$  with outcomes  $\Omega_{P_X}$ , has a conditional probability distribution  $\varphi_X$  over its outcomes  $\Omega_X$ , defined as  $\varphi_X = \varphi(x | x_{P_X}) = P\{X = x | X_{P_X} = x_{P_X}\}$ , mapping  $f_X : \Omega_{P_X} \rightarrow \Omega_X$ . The set of conditional variables of  $X$  are  $X_{P_X}$  with outcomes  $\Omega_{P_X}$ . Each chance node has a finite sample space of possible outcomes and a conditional probability distribution over those outcomes, associated with a conditional probability table at the numerical level of specification. The decision maker has to estimate probabilities for outcomes of uncertain events. An initial estimation (i.e. a starting point) for a chance node is referred to as to the (initial) *baseline forecast*. This can also be called the prior probabilities in a Bayesian structure. Finally, *calculation nodes*

represent an intermediate consequence/calculation at node  $C$  that is associated with a set of possible intermediate outcomes  $c$  denoted by  $\Omega_C$ . Calculation nodes such as *revenues*, *gross profit* and *cost of goods sold* of the example, are deterministic nodes as they depend deterministically on their predecessors and represent mathematical functions,  $f_C : \Omega_{P_C} \rightarrow \Omega_C$ .

Upon introducing the different representations of nodes in an influence diagram, the decision maker may now challenge whether all functional relationships between nodes (represented by arcs) are revealed in the example (refer to Figure 19). In this case, the entrepreneur assumes that the forecasted sales volume is influenced by the pricing decision. Such an arc pointing into a chance node  $X$  is generally termed a *conditional arc*. It indicates condition since the probability assignment to the chance node is probabilistically dependent on  $P_X$ . Assuming a condition arc  $(X, Y)$  combines two random variables this indicates that they are probabilistically dependent, and the probability distribution assigned to  $Y$  is conditioned on  $X$ . Using Bayes's Rule, it is a mere mathematical calculation to convert  $\varphi\{y|x\}$  into  $\varphi\{x|y\}$  demonstrating that if  $X$  is relevant to  $Y$ , then  $Y$  is relevant to  $X$ . Therefore, such arcs represent *relevance* and the arc can be reversed. In the case that a conditional arc combines a decision node  $D$  and a chance nodes  $X$ , such as in the example with respect to price and sales volume, the word *influence* better captures the meaning of the dependency, as it implies a causal effect on the probability assessment of  $X$  that is influenced by the decision (Howard, 1990). Hence, the choice for a specific decision alternative  $d$  over the other decision alternatives limits the set of possible outcomes  $\Omega_X$  that the uncertain

variable  $X$  can take on. A special case is when  $X$  represents a deterministic function. Such deterministic uncertainty is related to calculation nodes  $C$  (in the example *revenues* and *cost of goods sold*). Similarly, an arc entering the value node  $V$  is associated with a utility function also representing a deterministic dependency on  $P_V$ . Arcs pointing into  $C$  and  $V$  are called *functional arcs*.

In addition, the *cost of goods sold per unit* and *operating expenses* are assumed to be independent of *sales volume* and one another. The absence of arcs between chance nodes indicates probabilistic independence.  $X$  and  $Y$  are probabilistically independent, if and only if  $\varphi\{x, y\} = \varphi\{x\}\varphi\{y\}$  or  $\varphi\{y|x\} = \varphi\{y\}$  holds. The important information available to the decision maker is which variables do not influence others. Thus, influence diagrams explicitly show dependence and independence whereas a decision tree representation obscures the dependence and independence relationships among variables (Smith, Holtzman & Matheson, 1993). In the example, the fact that the *cost of goods sold per unit* is independent of *sales volume* implies that production and sales are expected to be simultaneous in 2008. If the operation of the business requires inventory, this process would require a properly modified influence diagram. Any relationship represented in an influence diagram depends on the specific decision problem, i.e. there exists no general influence diagram for an income statement. In other situations, operating expenses may depend on the level of sales volume or sales volume may be independent of the pricing strategy.

The discussion demonstrates that the meaning of arcs must be considered in conjunction with the types of nodes. As shown the directed arcs  $A$  of an influence diagram can be partitioned into subsets representing different types of relationships between nodes

(Howard & Matheson, 1981, Shachter, 1986). One missing type represents the situation when an arc enters a decision node  $D$  which is termed *informational arc*. This represents the available information from the set of  $P_D$ . Based on the discussion thus far the following influence diagram in Figure 20 can be derived. The value node  $V$  is represented by a diamond node, a decision node  $D$  by a square node, a chance node  $X$  by a circular node, and a calculation node  $C$  by a square node with rounded corners. If the decision maker is interested in deeper insight, the influence diagram may be further broken down into more subnodes providing the basis for more detailed analyses. For the purposes of this paper the influence diagram shown in Figure 20 is used.

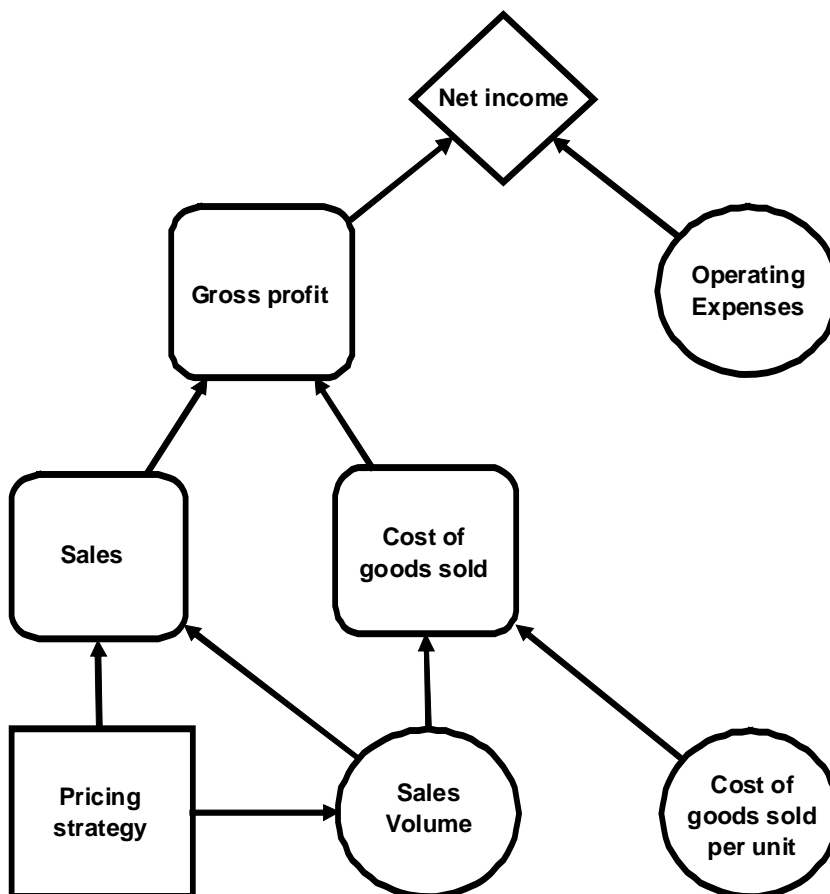


Figure 20: Influence diagram of the simplified income statement

The influence diagram of the simplified income statement now centers around the optimal *pricing strategy* and the uncertain variables of *sales volume*, *cost of goods sold per unit*, and *operating expenses*. The numerical level of specification requires that price, sales volume, cost of goods sold per unit, and operating expenses have to be quantified. For this purpose the decision maker's baseline forecasts (i.e., outcomes and probabilities) are shown in Table 3. Note that modeling with influence diagrams in contrast to spreadsheets allows for the full consideration of the decision maker's thoughts and assumptions for each financial position related to the process of developing a pro forma income statement. An influence diagram describes the structure of a decision problem in a concise and precise way (Smith, Holtzman & Matheson, 1993). For example, an entrepreneur usually has several pricing strategies in mind, resulting in different forecasts of sales volumes which can be fully captured by an influence diagram for further modeling.

Given a high pricing strategy in the example the expected value of net income ( $V$ ) results in 22,650 Euros whereas a low pricing strategy results in 29,500 Euros. Possible minimum and maximum values range from -55,000 Euros to 120,000 Euros. The final value  $V$  can also be determined by using rollback calculations of the appropriate decision tree. Assume that the entrepreneur is risk neutral and maximizes the expected final value; a low price decision provides the optimal strategy. However, such a problem can also be analyzed given different risk attitudes.



<b>Pricing strategy</b>	Value in Euro	
High	3,800	
Low	2,900	

<b>Cost of goods sold per unit</b>	Value in Euro	Probability
High	1,400	50%
Low	900	50%

<b>Operating expenses</b>	Value in Euro	Probability
High	100,000	30%
Low	80,000	70%

<b>Sales volume</b>	Value in units	Probability	Pricing strategy
High	80	20%	High
Medium	50	30%	High
Low	20	50%	High
High	100	30%	Low
Medium	60	50%	Low
Low	30	20%	Low

Table 3: Baseline forecasts of the entrepreneur

### 3. Beyond Conventional Spreadsheet Applications:

#### An Illustrative Example of an Influence Diagram Model

This section shows the model building process of influence diagrams and further decision analysis in an illustrative example. To gain deeper insight into the decision problem the concept of the value of perfect and imperfect information is applied. Modeling a situation with perfect information provides an upper boundary for gathering real information. In the example, an informational arc from *sales volume* to *pricing strategy* has to be added in Figure 20 to specify the value of perfect information of *sales volume*. However, this would create a loop which is prohibited in an influence diagram. Howard (1990) argues that the value of perfect information cannot be determined in case a chance node is influenced by a decision. Influence arcs provide no difficulties in determining the optimal decision in an influence diagram, yet possess a major problem

in calculating the value of perfect information. Thus, the influence diagram in Figure 20 has to be modified as is it does not appear in Howard's canonical form (Howard, 1990, Howard & Matheson, 1981). With such an influence diagram it is possible to evaluate any gathering of perfect and imperfect information that is conditionally relevant to one or more chance nodes as the modeling of information gathering does not create a loop.

The modification requires that for any chance node that is influenced by a decision, a number of chance nodes have to be created that are conditional on each possible decision alternative, i.e. one chance node  $X$  for each alternative outcome  $d$  of the decision node (Howard, 1990). In the case of perfect information the original influenced chance node is replaced by a deterministic node that takes the value specified by the newly created chance nodes. Now the modified influence diagram allows the calculation of the value of perfect information for each decision alternative separately, in combination, and in total. The sum of the partial values of perfect information may not equal the total value of perfect information (which is shown in Table 5). This provides insight into the area where real information gathering should be given the main focus. The application of these considerations is subsequently demonstrated, beginning with Figure 20.

The influence diagram in Figure 20 is not in a canonical form. The value of perfect information of *sales volume* regarding the optimal *pricing strategy* cannot be determined. Applying the procedure of the preceding paragraph requires replacing the chance node *sales volume* by two new conditioned chance nodes of sales volume which are split up into the decision alternatives of high pricing strategy and low pricing strategy. The original chance node is replaced by a deterministic node that takes the

value specified by the newly formed chance nodes. In this case the entrepreneur would first assess *sales volume* (*high, medium, and low*) given a *high price*. Afterwards, the entrepreneur assesses *sales volume* (*high, medium, and low*) given a *low price* by taking into consideration the preceding conditional chance node. Once the assessment is complete the entrepreneur can now determine the value of perfect information by adding an informational arc from each of the new chance nodes to the pricing strategy (separately or combined) which does not create a loop. The revised influence diagram is shown in Figure 21.

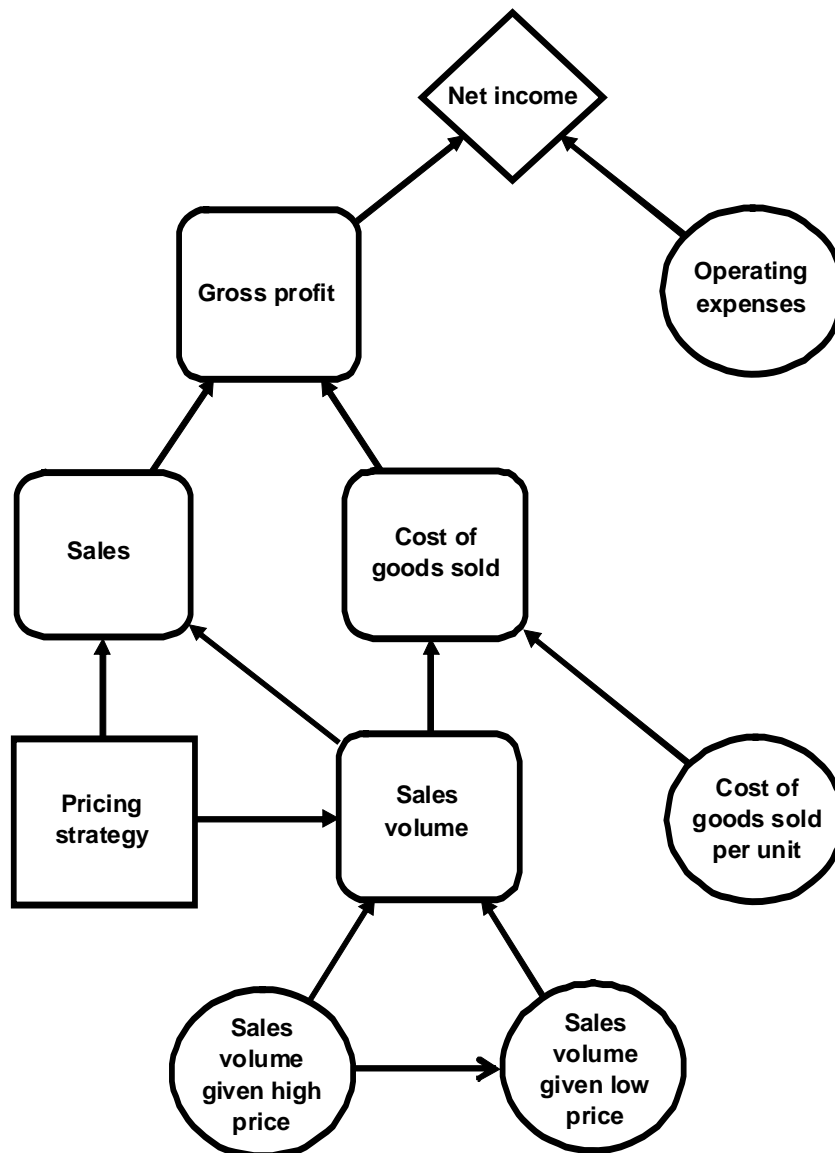


Figure 21: Revised influence diagram

Assume that the decision maker may request further elaboration of the decision problem. The entrepreneur misses, for example, the underlying variables of the newly created chance nodes as this expansion would provide a more approachable way of assessment. *Sales volume* composes of potential *market share given high price* and *given low price* as well as the estimated *market size* in the considered period of an income statement. The entrepreneur feels more comfortable in assessing these

underlying probabilities. It is assumed that *market size* is independent of the potential market share. The entrepreneur also assumes probabilistic dependence between both chance nodes of market share given different pricing strategies (i.e. they are not mutually exclusive chance events). The appropriate influence diagram is shown in Figure 22. This diagram is referred to as the primary influence diagram and it is used for further decision analysis and assessment. In addition, the outcomes and probabilities of all decision and chance nodes are shown in Table 4. Note that the new values compared to Table 3 result in a wider distribution with a lower minimum value of -60,625 Euros and a higher maximum value of 145,000 Euros. The expected value of the primary influence diagram is slightly lower with 28,625 Euros given the optimal low pricing strategy.

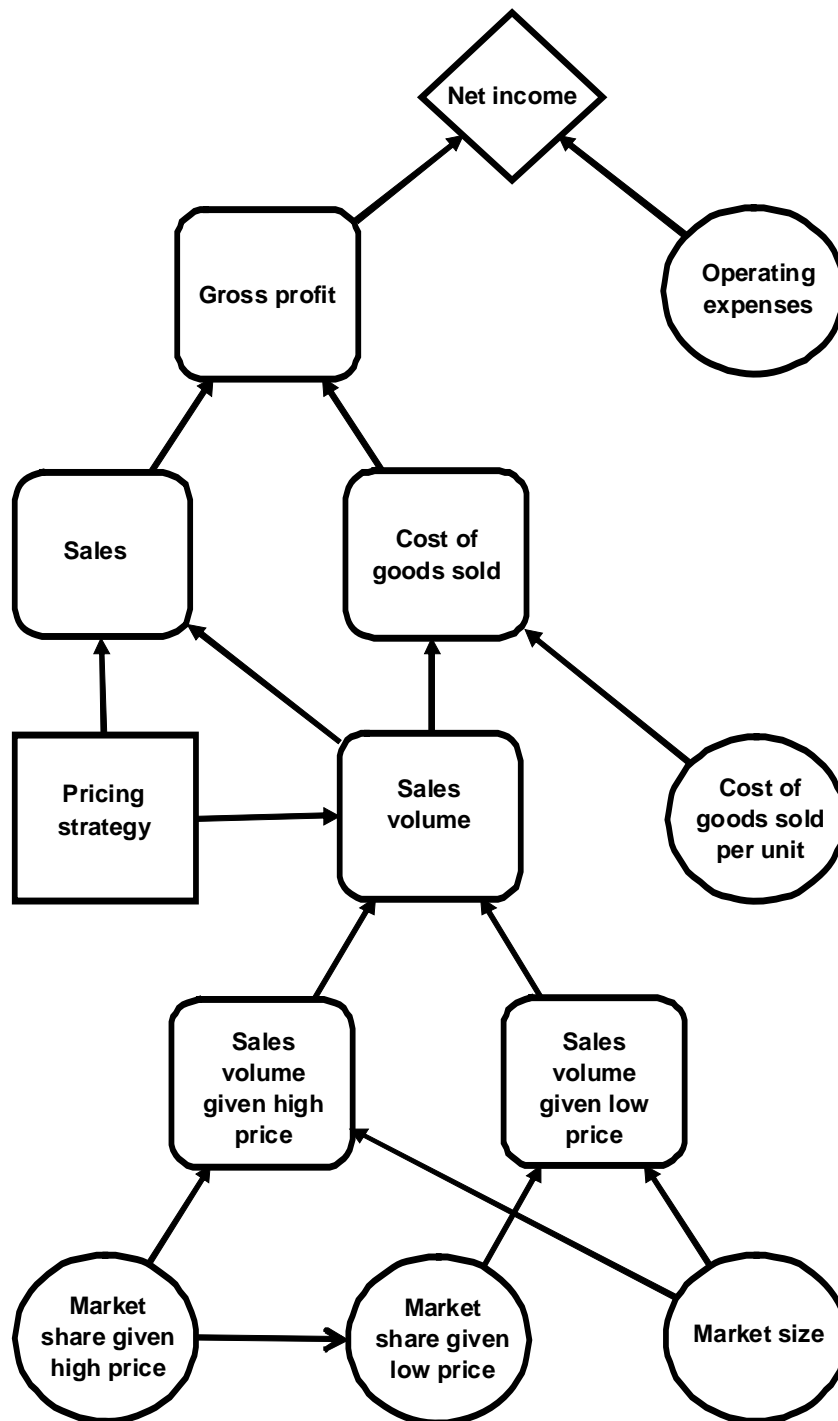


Figure 22: Primary influence diagram

<b>Pricing strategy</b>		Value in Euro	
High		3,800	
Low		2,900	

<b>Cost of goods sold per unit</b>		Value in Euro	Probability
High		1,400	50%
Low		900	50%

<b>Operating expenses</b>		Value in Euro	Probability
High		100,000	30%
Low		80,000	70%

<b>Market size</b>		Value in units	Probability
Big		18,000	30%
Middle		16,000	40%
Small		14,000	30%

<b>Market share given high price</b>		Value in %	Probability
High		0.5000%	20%
Medium		0.3125%	30%
Low		0.1250%	50%

<b>Market share given low price</b>		Value in %	Probability
High		0.6250%	31%
Medium		0.3750%	46%
Low		0.1875%	23%

<b>Conditional probabilities (of sales volume low price given sales volume high price)</b>		High price		
		Sales volume high	Sales volume medium	Sales volume low
Low price	Sales volume high	0.60	0.30	0.20
	Sales volume medium	0.30	0.50	0.50
	Sales volume low	0.10	0.20	0.30
		1.00	1.00	1.00

<b>Joint probabilities</b>		High price			
		Sales volume high	Sales volume medium	Sales volume low	
Low price	Sales volume high	0.12	0.09	0.10	0.31
	Sales volume medium	0.06	0.15	0.25	0.46
	Sales volume low	0.02	0.06	0.15	0.23
		0.20	0.30	0.50	

Table 4: Numerical values of the primary influence diagram

The primary influence diagram in Figure 22 and the values in Table 4 provide sufficient information for different modifications and analyses to gain deeper insight into the pricing decision problem. It allows the determination of perfect information of each chance node separately as well as in total. Different possible combinations of perfect information of the chance nodes *market share given high price*, *market share given low price*, and *market size* result in different values of perfect information. This is achieved

by adding an influence arc from the chance node under consideration to the appropriate decision node, which means that perfect information is known before making the decision. Table 5 provides an overview of values of perfect information given different uncertain variables. This paper focuses further analyses on only these three variables.

Variable(s) of perfect information	Expected value (net income)	Value of perfect information
Market share given high price	47,775	19,150
Market share given low price	36,690	8,065
Market size	28,625	0
Market share given high price and market share given low price	51,675	23,050
Market share given high price and market size	47,775	19,150
Market share given low price and market size	36,690	8,065
All variables	51,675	23,050

Table 5: Values of perfect information

The value of perfect information of *market share given high price* is more than twice as much as the value of *market share given low price* which provides important information for real information gathering. Perfect information of the variable *market size* is worthless to the entrepreneur as it has no impact on the optimal pricing strategy decision. Also note that the sum of the individual values of perfect information of the variables *market share given high price* and *market share given low price* is higher than the value of perfect information when both variables are considered together. Similarly, the value of perfect information of all variables (last line in Table 5) does not equal the sum of the individual variables.

Information gathering is only relevant to variables with a positive value of perfect information. In real situations the information is not usually perfect. A market analysis, for example, results in imperfect yet relevant information. With such information the entrepreneur may be better able to estimate the potential market share of New Venture



Inc. An influence diagram allows the modeling of results of a market analysis. This requires assigning a conditional probability distribution to the result of the market analysis given the variable(s) of interest. However, an entrepreneur may feel uncomfortable determining the value of an imperfect market analysis by means of different conditional probabilities. A more convenient way allows the estimation of the general reliability of a market analysis where the reliability of such an analysis is measured by the probability that the result of the market analysis is based on perfect information. At the graphical level this is accomplished by adding a reliability variable that assumes a probability of one for a perfectly reliable market analysis and a probability of zero indicating a totally unreliable analysis. Thus, the reliability  $p$  can take any value between zero and one, i.e.  $0 \leq p \leq 1$ . This concept provides a way to determine the value of perfect information as well as imperfect information and allows convenient sensitivity analysis of different reliability levels. In addition, it is still possible to determine the value of perfect information by assuming a perfect reliability of  $p = 1$ .

Figure 23 shows the general probability tree with a reliability variable in the case of a market analysis on the node *market share given a high pricing strategy*. This node is selected for further real information gathering as it conveys the highest single possible value of perfect information (19,150 Euros) with respect to the pricing decision (refer to Table 5). In addition, the market analysis is capable of distinguishing between *favorable*, *neutral* and *unfavorable* results. Assume that such a market analysis has a probability of reliability of 0.5. This results in a value of imperfect information of 8,081 Euros (36,706 Euros minus 28,625 Euros). Thus, real information gathering should not

incur costs above 8,081 Euros given a reliability level of 0.5. Figure 24 shows the complete influence diagram for modeling.

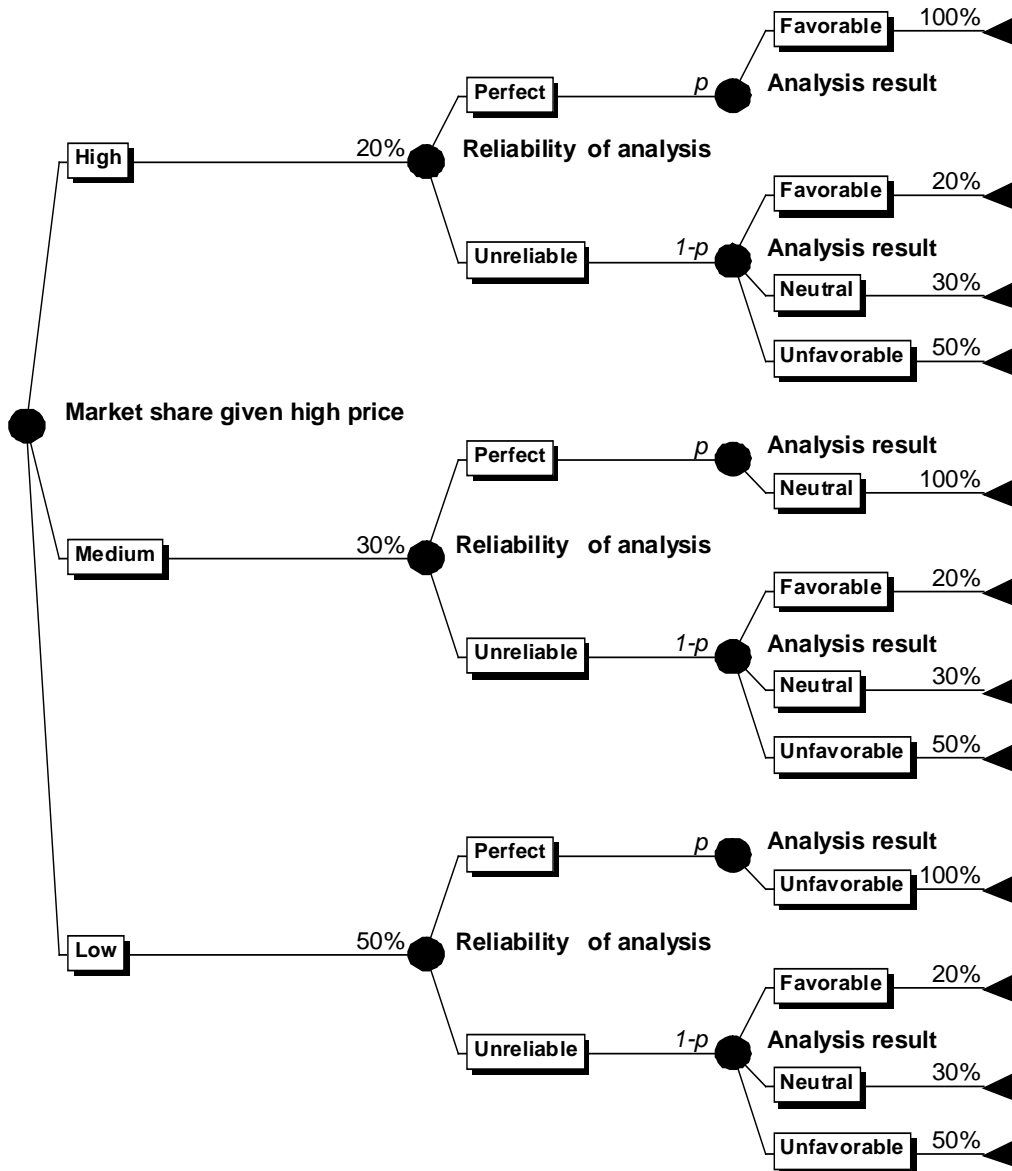


Figure 23: The probability tree with a reliability variable

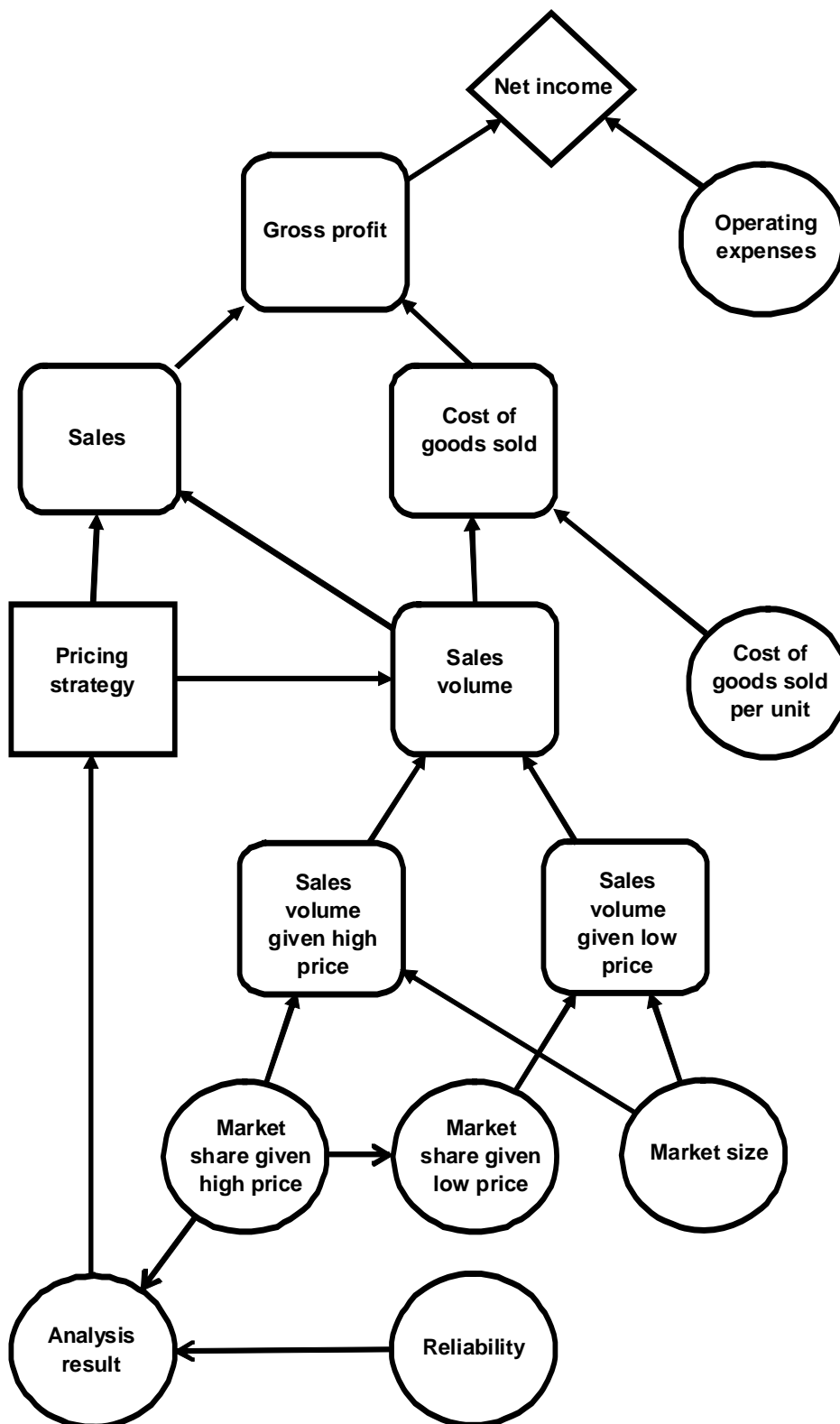
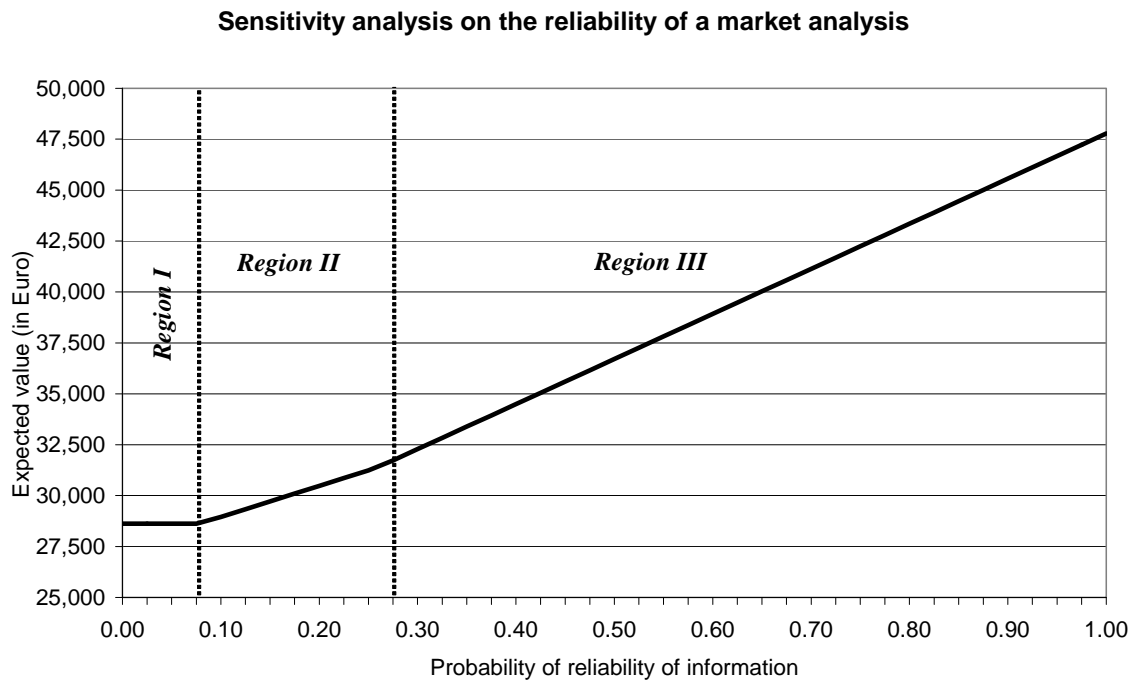


Figure 24: Primary influence diagram with a reliability variable

The entrepreneur obtains more insight by performing a sensitivity analysis of the *reliability* variable. This shows the value of imperfect information with respect to different reliability levels of market analyses. The results of the sensitivity analysis are shown in Figure 25. The diagram is divided into three regions indicating different optimal strategies. A market analysis with  $p_I < 0.078$  represented by region *I* has no value to the entrepreneur as it does not change the initial low pricing strategy. Region *II* is of value if  $p$  falls within  $0.078 < p_{II} < 0.260$ . This means that a market analysis with a relatively low reliability level has an impact on the optimal pricing strategy and a value of less than 2,773 Euros. In region *II* the optimal policy consists of a high pricing strategy given a favorable analysis result whereas neutral and unfavorable analyses results result in low pricing strategies. Region *III* consists of  $p_{III} > 0.260$  where a high pricing strategy is optimal given favorable and neutral analyses results. A low pricing strategy follows only in the case of an unfavorable analysis result. For example, if a considered market analysis  $p = 0.50$  incurs costs of 9,600 Euros, the entrepreneur should not purchase such an analysis result as it should cost only 8,081 Euros or should have a reliability level of  $p \geq 0.587$ . Finally, an unfavorable analysis outcome would never result into a high pricing strategy.



*Figure 25: Sensitivity analysis on the reliability of a market analysis*

A similar sensitivity analysis can be achieved with any chance node in the influence diagram in Figure 22. The expected values of perfect information in Table 5 provide a rough guide of where to focus further analyses. In addition, a feasible level of reliability has to be considered for any type of real intervention for different uncertain variables. Moreover, other circumstances may require an analysis outcome that has a higher minimum level of  $p_I$ ,  $p_{II}$  or  $p_{III}$  to change the optimal strategy. Under certain conditions the value of imperfect information can be relatively high (measured in Euro per percentage point of reliability) compared to the example of this paper yet requiring an almost perfect reliability of information. In such situations the decision maker has to consider whether a specific intervention with such a high level of reliability is obtainable in reality. Both the values of perfect and imperfect information, as well as the minimum useful level of reliability, provide important information for the

entrepreneur's decision problem as it reveals whether a strategy changes and approximates the value of real interventions before actually performing them.

#### **4. Practical Implications**

This paper introduced a simplified pro forma income statement in Figure 17 which does not provide a decision aid and operates solely at the numerical and functional levels of specification. A method that allows effective yet convenient modeling of a decision problem inherent to pro forma income statements still requires the creation of an income statement. As asserted at the beginning of this paper, this can be extracted from the primary influence diagram in Figure 22 and complementary analyses. As opposed to conventional spreadsheet approaches, the decision maker achieves an income statement that provides deep insights into the decision problem and represents the logical result of the decision maker's subjective and unique decision making process. This goes beyond conventional spreadsheet applications.

Return to the first Figure 17, it is assumed that the entrepreneur has access to a market analysis providing information on the *market share given high price* with a reliability level of 0.5 (falling into region III) incurring costs of 5,800 Euros. As this is below the upper value of imperfect information of such a reliability level the entrepreneur performs the analysis. A favorable and neutral analysis outcome results in a high pricing strategy whereas an unfavorable outcome results in the opposite strategy. If the market analysis reveals a *favorable, neutral or unfavorable* result, the expected value of *net income* would be, respectively, 74,325 Euros, 34,575 Euros or 22,937.50 Euros. However, a cost of the market analysis has to be considered in all scenarios. As the *cost*

*of goods sold per unit* and *operating expenses* have the same distribution in all scenarios, this follows into expected *sales volume* of 60.50, 45.50 or 62.25, respectively, given different analysis results. Therefore, the influence diagram model allows creation of pro forma income statements before and after performing the market analysis for different decisions and scenarios. Figure 26 shows the case of a favorable analysis result. The cost of the market analysis is not incorporated as it is considered to be sunk costs.

<b>Income Statement (Dec. 31, 2008)</b>	
in Euro	
<b>Sales</b>	<b>229,900</b>
Cost of goods sold	69,575
<b>Gross profit</b>	<b>160,325</b>
Operating expenses	86,000
<b>Net income</b>	<b>74,325</b>

Figure 26: Pro forma income statement given a favorable market analysis result

## 5. Conclusion and Discussion

This paper argues that common spreadsheet models, proposed by standard entrepreneurship textbooks consisting of a financial plan for start-ups, convey a mirage with respect to the actual business concept. It encourages users to focus on the specific forecasting numbers by leaving out a fundamental understanding of the strategic interrelationship between complex financial and business decisions inherent to a financial planning model. However, entrepreneurs need to grasp such complex financial and strategic interrelationships as in most cases entrepreneurial decisions are characterized by one-off new situations requiring subjective judgment with a limited

amount of information. In such highly complex and uncertain situations, conventional planning approaches, appropriate for ongoing businesses in predictable industries, are adopted to new ventures and implemented by means of spreadsheets. The primary aim of such planning approaches in entrepreneurship literature is the creation of a pro forma financial statement as part of a complete business plan. This is, however, a limited approach.

Beside the creation of pure financial statements, a planning approach should provide a decision aid that enhances learning and improves decision making by accomplishing the sequence of financial planning in a consistent manner. This paper proposes modeling with influence diagrams. Beside their representational compactness, influence diagrams are intuitive to understand and facilitate the formulation, assessment, and evaluation of decision problems as perceived by decision makers (Howard, 1990, Shachter, 1986) by capturing a large number of interrelated alternatives and uncertainties. By means of a decision model the entrepreneur gains insight into something that the entrepreneur was not aware of at the beginning, thus enhancing learning. Improved understanding results ultimately in better decisions.

The application is demonstrated on a simplified pro forma income statement drawn from entrepreneurship literature. This paper then shows through an illustrative example the development from conventional spreadsheet to influence diagram models. The underlying variables of the income statement entries are explicitly modeled. Focus is given to the optimal pricing strategy by considering the decision maker's thoughts and assumptions related to the process of developing a pro forma income statement. The low pricing strategy which was considered to be optimal at the beginning has then



changed as a result of modeling with influence diagrams. The concept of the value of perfect and imperfect information is applied to demonstrate that uncertain variables (individually or combined) have different values of perfect information. This provides guidance of where to focus real information gathering and intervention. However, in real situations information is rarely perfect. Therefore, this paper introduces a reliability parameter that allows modeling of any intervention ranging from a perfect to a useless one. The parameterization provides convenient comparison of different reliable interventions. In addition, a sensitivity analysis is performed as this gives the entrepreneur more insight into the impact of different reliable market analyses. The result of the sensitivity analysis identifies the expected value of different reliability levels that result in three different regions indicating different optimal strategies. For example, reliability levels below 0.078 (where 1.0 represents perfect reliability) for a considered uncertain variable have no value to the entrepreneur as it does not change the initial optimal low pricing strategy. Any level above 0.078 results in another pricing strategy which leads to a higher expected net income.

As demonstrated by the illustrative example in section 3, these decision analyses aid and enhance the decision making of entrepreneurs as well as the decision making process which underlies financial planning in business venturing. This paper emphasizes the fact that entrepreneurs need to build models for themselves by means of influence diagrams by starting from scratch with their business idea in mind. This aids decision making and enhances learning and encourages nascent entrepreneurs to create their own models by achieving maximum learning benefits. A pro forma income statement can still be extracted from an influence diagram model and complementary

analysis. As opposed to conventional spreadsheet approaches, such an income statement represents the logical result of the decision maker's subjective and unique decision making process. This goes beyond the narrow boundaries set by conventional planning with pure spreadsheet models.

# ANHANG

---

## A Note on Influence Diagrams

---

*Benjamin B. Gansel*

## **Abstract**

The meaning of arcs in influence diagrams is often discussed in different notations in literature. Therefore, this paper develops an appropriate definition of influence diagrams and highlights the different meanings of nodes and arcs at the graphical, functional, and numerical levels of specification. This paper also elaborates on the meaning of conditional, informational, functional, and structural arcs as well as influence and relevance arcs.

## **1. Introduction**

Influence diagrams are graphical representations for modeling relationships between uncertain variables, decision variables, and consequences. They “... were designed to bridge the gap between the formulation of a probabilistic model for inference and decision-making and the formal mathematical and statistical analyses of the problem” (Oliver & Smith, 1990, p. xvi). An influence diagram explicitly reveals the probabilistic dependencies and independencies of variables. It shows the flow of information and the decision maker’s knowledge at any given point in time (Shachter, 1986), and it provides a method for *framing* uncertain decision situations in a quantitative way. It is called framing because influence diagrams identify and structure critical decisions.

Influence diagrams provide insight into a decision problem by exploring the uncertain variables, the interdependencies among those variable, and the decision variables. This evolves into a general appraisal of the decision situation. Influence diagrams are useful in structuring and decomposing complex decision problems, and are a rather more effective means for communicating with decision makers, computers, and among people (Howard, 1990, Owen, 1978) than a mere technique for solving decision problems.

They are a means to an end for better decisions. In an uncertain environment, decision makers are primarily interested in framing a decision problem and gaining insight into how decisions alter with changes in conditions and assumptions. As one cannot think about decisions without including subjective aspects (Keeney, 2004), influence diagrams incorporate subjective information, judgments, and the knowledge of experts in the analysis.

Symmetric influence diagrams were initially developed as “front-ends” for decision analysis (Howard & Matheson, 1981, Miller, et al., 1976, Owen, 1978, Shachter, 1986). Asymmetric extensions of influence diagrams have been proposed by Call and Miller (1990), Fung and Shachter (1990), Smith, Holtzman and Matheson (1993), Qi, Zhand and Poole (1994), Covaliu and Oliver (1995), Bielza and Shenoy (1999), Shenoy (2000), Nielsen and Jensen (2003a), Liu and Shenoy (2004), and Demirer and Shenoy (2006). Influence diagrams have been applied and widely used in many decision problems. “Applications range over the expected business problems of strategy development, R&D, marketing, manufacturing, and capital investment; and extend to diverse areas such as breast cancer screening, gastroenterology, critical medical care, air traffic control, astronomy, and technology transfer. An influence diagram processor has even been embedded in the Microsoft Windows operating systems to run functions such as intelligent help” (Howard & Matheson, 2005, 145-146). Keefer, Kirkwood and Corner (2004) conducted a survey of decision analysis applications published in 1990-2001 in several major English-language operations research and related journals. A category defined as problem structuring/formulation via decision trees and influence diagrams counts 34 relevant articles in that period. In an earlier survey, Corner and

Kirkwood (1991) studied the period of 1970-1989 and counted 24 relevant publications. Moreover, in the conference proceedings published by Oliver and Smith (1990), nearly 20 articles focus on influence diagrams. More recent publications include de Campos, Fernández-Luna and Huete (2004), Pennock and Weliman (2005), Jensen, Nielsen and Shenoy (2006), Cobb (2007), and López-Díaz & Rodríguez-Muñiz (2007)

## **2. The Levels of Specification and the Meaning of Nodes**

Howard and Matheson (1981) and Smith et al. (1993) distinguish influence diagrams at three levels of specification – graphical, functional, and numerical – in both probabilistic and deterministic cases. The deterministic case is a special case within the probabilistic case where the conditional probability of its value is equal to one. At the graphical level, the deterministic case specifies that one variable depends on other variables in a general way (e.g. profit is a function of revenues and costs). In the probabilistic case, given the prior information available, one variable is probabilistically dependent on other certain variables (e.g. for a given person, income depends on age and education, and education depends on age). This level is a powerful level of specification as it visually reveals the flow of information and probabilistic dependency as well as the independency of variables, and the decision maker's knowledge at any given point in time. At the functional level, the deterministic case specifies the function and form describing such dependencies (e.g. profit equals revenues minus costs). The probabilistic case describes the form of this dependence, i.e. the probability distribution of variables is assigned conditioned on variables on which they depend (e.g. assigning different distributions on education given age, and assigning different distributions on

income given age and education). At the numerical level, detailed numerical data is stored within each node. The deterministic case specifies, for example, numerical values of revenues and costs and thus, determines the actual value of profit. The probabilistic case specifies numerical distributions for conditional and unconditional variables and thus, determines a joint probability distribution. The probability distribution can be either discrete or continuous. The three levels of specification are shown in Figure 27.

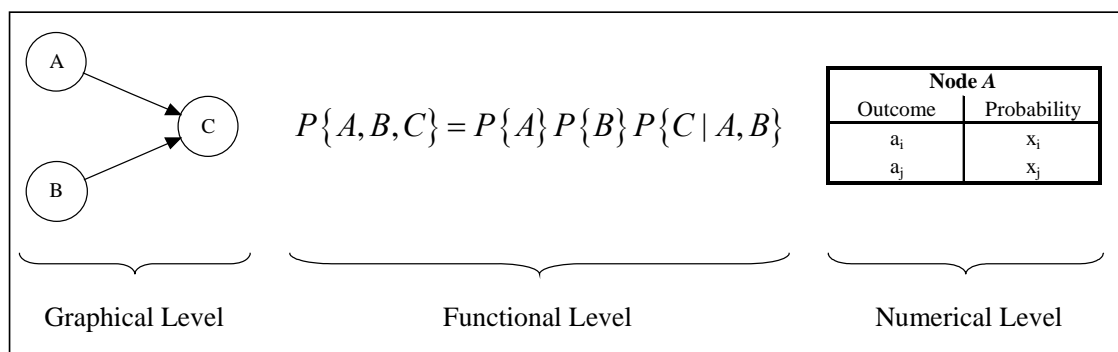


Figure 27: Three levels of specification (illustrative)

Shachter (1986) defines an influence diagram as a directed acyclic graph  $G = (N, A)$  consisting of nodes  $N$  and directed arcs  $A$ . Generally each node is associated with a variable  $X_i$  that has a set of possible finite outcomes denoted by  $\Omega_{X_i}$ . Let  $x_{ij}$  denote an element of  $\Omega_{X_i}$ . A set of nodes or arcs is denoted by uppercase curved letters  $A, B, C, \dots$ . In addition, for any subset  $K \subseteq N$  with  $m$  nodes, the Cartesian product  $\Omega_{X_1} \times \dots \times \Omega_{X_m}$  is a set of  $m$ -tuples of  $(X_1, \dots, X_m)$  such that  $\Omega_K = \Omega_{X_1} \times \dots \times \Omega_{X_m}$  and  $\Omega_K = \{(X_1, \dots, X_m) | X_k \in \Omega_{X_k}, (k = 1, \dots, m)\}$ .

A directed arc pointing from node  $X$  to node  $Y$  is denoted by a pair of nodes  $(X, Y)$ ,  $(X, Y) \in A$ , where node  $X$  is a direct predecessor of node  $Y$ . For each node  $X$ , the direct successor set of nodes is defined as  $S_X = \{Y \in N : (X, Y) \in A, X \neq Y\}$ , and similarly the direct predecessor set of nodes is denoted by  $P_X = \{Y \in N : (Y, X) \in A, X \neq Y\}$ . Indirect successors/predecessors (hereafter only successors/predecessors) consists of a set of nodes along directed paths emanating from/into node  $X$ . If node  $X$  has no successors it is called a barren node,  $S_X = \{\emptyset\}$ ; if it has no predecessors it is called a source node,  $P_X = \{\emptyset\}$  (Shachter, 1986).

The nodes  $N$  of an influence diagram can be partitioned into the set of value nodes  $V$ , decision nodes  $D$ , chance nodes  $X$ , and intermediate calculation nodes  $C$ , i.e.  $N = V \cup D \cup X \cup C$ . A *value node* represents the final consequence/value of the decision process. The objective is to maximize the expected value which is represented by leafs in a decision tree. It is assumed that there is at most one value node  $V$ , i.e.  $S_X = \{\emptyset\}$ , that is associated with the decision maker's utility function  $\psi$  mapping from  $\Omega_{P_V}$  into  $\Omega_V$ , i.e.  $\psi : \Omega_{P_V} \rightarrow \Omega_V$ , representing the expected utility as a function of the values of  $P_V$ .

A *decision node* represents a decision at node  $D$  that is associated with a decision alternative  $d$  chosen from the set of all available alternatives  $\Omega_D$ . The decision is controlled by the decision maker based on the information available at the time the decision is made. Given an influence diagram, the optimal strategy  $d^*$  can be calculated for each decision node  $D$  given the values of  $P_D$ . The criterion for  $d^*$  is the



maximization of the expected utility function  $E[\psi]$ . For each decision node  $D$  the decision function  $f_D$  maps from  $\Omega_{P_D}$  into  $\Omega_D$ ,  $f_D : \Omega_{P_D} \rightarrow \Omega_D$ , indicating the decision maker's state of information at decision node  $D$ .

A *chance node* represents a chance event that is associated with a random variable  $X$  and the corresponding set of possible outcomes  $\Omega_X$ . Each variable  $X$ , given its set of direct predecessors  $P_X$  with outcomes  $\Omega_{P_X}$ , has a conditional probability distribution  $\varphi_X$  over its outcomes  $\Omega_X$ , defined as  $\varphi_X = \varphi(x | x_{P_X}) = P\{X = x | X_{P_X} = x_{P_X}\}$ , mapping  $f_X : \Omega_{P_X} \rightarrow \Omega_X$ . The set of conditioning variables of  $X$  are  $X_{P_X}$  with outcomes  $\Omega_{P_X}$ . Therefore, each chance node has a finite sample space of possible outcomes and a conditional probability distribution over those outcomes. The latter is associated with a conditional probability table at the numerical level of specification. In case a chance node has no direct predecessors,  $P_X = \{\emptyset\}$ , the distribution is a marginal distribution  $\varphi_X = \varphi(x) = P\{X = x\}$ . The decision maker has to estimate probabilities for random outcomes of uncertain events. An initial estimation (i.e. a starting point) for a chance node is referred to as the (initial) *baseline forecast*. This can also be called the prior probabilities in a Bayesian structure. Finally, a *calculation node* represents an intermediate consequence/calculation at node  $C$  that is associated with a set of possible intermediate outcomes  $c$  denoted by  $\Omega_C$ . Calculation nodes are deterministic nodes as they depend deterministically on their predecessors and represent mathematical functions,  $f_C : \Omega_{P_C} \rightarrow \Omega_C$ .

### 3. The Meaning of Arcs

As the meaning of arcs must be considered in conjunction with the types of nodes, this section further elaborates on the meaning of arcs connecting different nodes. The directed arcs  $A$  of an influence diagram can be partitioned into subsets representing different types of relationships between nodes (Howard & Matheson, 1981, Shachter, 1986). Arcs pointing into a chance node  $X$ , termed *conditional arcs*, indicate condition since the probability assignment to the chance node is conditioned, i.e. probabilistically dependent on  $P_X$ . As already mentioned in section 2, a special case is when  $X$  represents a deterministic function. Such deterministic uncertainty is related to calculation nodes  $C$ . Similarly, an arc entering the value node  $V$  is associated with a utility function and represents also a deterministic dependency on the direct predecessor nodes  $P_V$ . Thus, value and calculation nodes represent both a deterministic and functional dependency on the direct predecessor nodes. Arcs pointing into such nodes are called *functional arcs*.

An arc entering a decision node  $D$ , termed *informational arc*, represents available information from the set of direct predecessor nodes  $P_D$ . Given three different meanings of arcs there are six relevant combinations of node-arc-node relationships that are shown in Figure 28. For graphical representation, the value node  $V$  is represented by a diamond node, a decision node  $D$  by a square node, a chance node  $X$  by a circular node, and a calculation node  $C$  by a circular node with double lines.

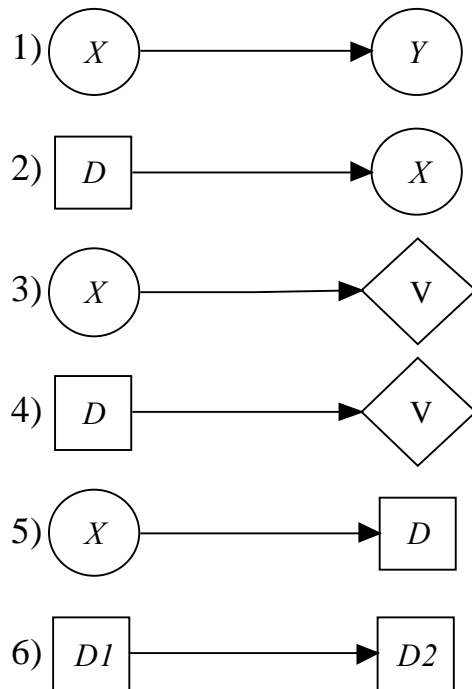


Figure 28: Basic combinations of nodes and arcs

To explore the meaning of condition at the functional level this paper first focuses on *case (1)* in Figure 28. In this case the conditional dependency can be better described by the word *relevance* instead of *influence* (Howard, 1990). A condition arc  $(X, Y)$  combines two random variables  $X$  and  $Y$  indicate that they are probabilistic dependent, and the probability distribution assigned to  $Y$  is conditioned on  $X$ ,  $\varphi(y|x) = P\{Y = y | X = x\}$ . Consider a diagram that contains only chance nodes,  $D = \{\emptyset\}$  and  $V = \{\emptyset\}$ . This influence diagram is then called a Bayesian or belief network (Pearl, 1988). A joint probability of such a diagram of  $n$  chance nodes can be expressed by  $n!$  different products of conditional probabilities. Each product of conditional probabilities corresponds to an arc indicating probabilistic dependence, but

not necessary causality (Shachter, 1986). In case (1) in Figure 29,  $\varphi\{y|x\}$  means that the uncertain event  $X$  is relevant to the uncertain event  $Y$ , if and only if  $\varphi\{y|x\} = \varphi\{y,x\} / \varphi\{x\}$  holds. Using Bayes's Rule (Bayes, 1763), it is a mere mathematical calculation to convert  $\varphi\{y|x\}$  into  $\varphi\{x|y\}$  demonstrating that if  $X$  is relevant to  $Y$ , then  $Y$  is relevant to  $X$ . As shown in Figure 29, (1) and (2) are equivalent and carry the same amount of information, since all information are represented by a joint probability that can be expressed by  $\varphi\{y,x\} = \varphi\{x|y\}\varphi\{y\}$  and  $\varphi\{y,x\} = \varphi\{y|x\}\varphi\{x\}$ . Therefore, arcs in case (1) in Figure 28 represent *relevance* and the arc can be reversed. Such a conversion is often required in the probability assignment for decision trees as well as the transformation of an influence diagram into a decision tree and is referred to "using Bayes's Rule" or "flipping the tree" (Howard & Matheson, 1981). In addition, the absence of arcs between chance nodes indicates probabilistic independence.  $X$  and  $Y$  are probabilistically independent, if and only if  $\varphi\{x,y\} = \varphi\{x\}\varphi\{y\}$  or  $\varphi\{y|x\} = \varphi\{y\}$  holds. The important information available to the decision maker is which variables do not influence others.

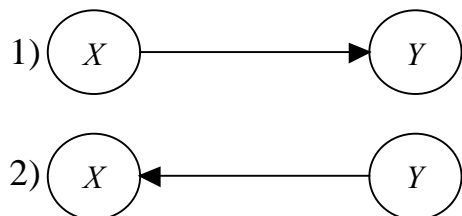


Figure 29: Chance nodes and arc reversal

In *case (2)* in Figure 28, a conditional arc combines a decision node  $D$  and a chance nodes  $X$  indicating that the outcome of decision  $D$  is known and the probability assigned to  $X$  is dependent on  $D$ . In this case the word *influence* better captures the meaning of dependency as this implies a causal effect on the probability assessment of  $X$  that is influenced by the decision (Howard, 1990, Howard & Matheson, 2005). The author of an influence diagram "... believes that the world will be different depending on the decision he makes" (Howard, 1990, 9). Hence, the choice for a specific decision alternative  $d$  over the other decision alternatives limits the set of possible outcomes  $\Omega_X$  that the uncertain variable  $X$  can take on.

In case a deterministic node (i.e., value or calculation node) has preceding uncertain variables, the quantity it represents is uncertain as well (Howard, 1990). A condition arc between a chance node and a deterministic node such as in *case (3)* in Figure 28 indicates both relevance and function.  $X$  is relevant to and functionally dependent on  $V$  as the probability distribution assigned to  $V$  is conditioned on  $X$ , and vice versa. *Case (4)* indicates that the deterministic value node  $V$  and its utility function  $\psi$  depend on the decision alternative chosen from the set of available alternatives in  $D$ . This represents a functional dependency. In *case (5)* an informational arc combines a chance node  $X$  and a decision node  $D$  indicating that the outcome of the random variable  $X$  is known before the decision is made, and the outcome of the event influences the decision. In *case (6)* an information arc combines two decision nodes  $D_1$  and  $D_2$  indicating that the decision of  $D_1$  is known and made before the decision  $D_2$  is made, and the decision  $D_1$  influences decision  $D_2$ . This represents a sequential order of

decision making. Every previous decision that is made is assumed to be not to be forgotten in upcoming decisions (Shachter, 1986).

Beside conditional, informational, and functional arcs, *structural arcs* are supplementary used to reveal the structure of the decision problem. This incorporates the information precedence and asymmetry associated with the influence diagram model. A structural arc pointing from node  $X$  into  $Y$  means that node  $X$  has been observed or decided before node  $Y$  is observed or decided (Jensen, Nielsen & Shenoy, 2006). Structural arcs are represented by dashed arrows in an influence diagram. The different types and meanings of arcs are outlined in Figure 30.

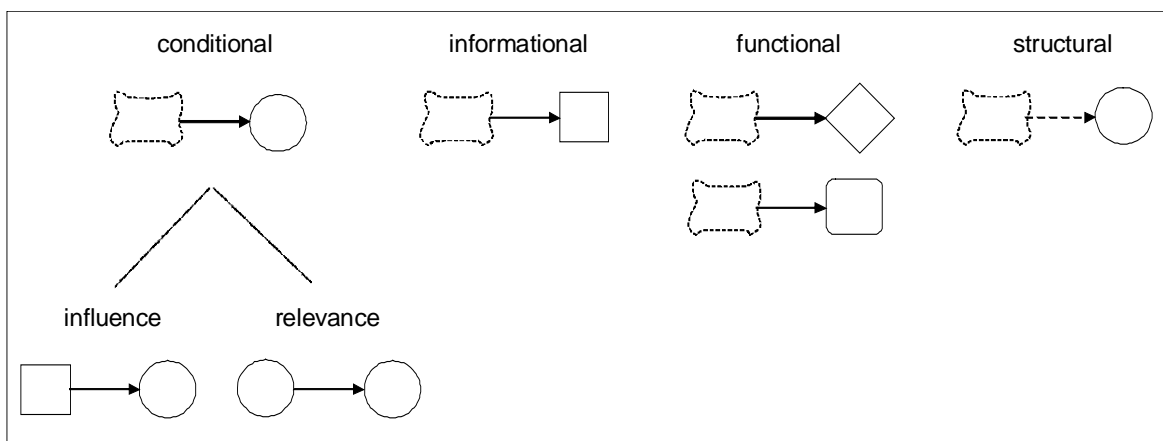


Figure 30: Overview of the different types and meanings of arcs

#### 4. Strengths and Weaknesses of Influence Diagrams

As with any decision-analytical method, influence diagrams have some drawbacks. Firstly, influence diagrams do not graphically represent all possible combinations (i.e. scenarios) of decisions and outcomes that might occur (Smith, 1989b). However, decision trees overcome this shortcoming by displaying more of the details. Thus,

influence diagrams and decision trees are complementary yet different graphical representations for the same underlying mathematical decision problem. Secondly, it is necessary to model each uncertain variable by a set of conditional probability distributions. For a complex decision problem, this may require a large number of probability assessments. Thirdly, influence diagrams share the problem of estimating probabilities of uncertain future events.

There are several strengths of influence diagram representation: Beside the representational compactness, influence diagrams are intuitive to understand and facilitate the formulation, assessment, and evaluation of decision problems as perceived by decision makers (Howard, 1990, Shachter, 1986) by capturing a large number of interrelated alternatives and uncertainties. They describe the structure of a decision problem in a concise way, and are an effective means for communicating with decision makers, computers, among people, and experts (Howard, 1990, Owen, 1978).

Secondly, as Howard and Matheson (1981) already pointed out, mathematical models and algebraic formulations, often expressed as a series of equations, serve poorly as a tool for communicating or structuring a decision problem. It is much easier to understand the conditional dependence and independence of uncertain events in a probability model, when the decision maker first looks at it than to perform an algebraic analysis for equivalent relationships (Oliver & Smith, 1990, xvi). A useful method should fit the decision maker's cognitive style and thought processes, yet incorporate the formal language required to express a formal model to a computer – all requirements are included in influence diagrams (Bodily, 1985).

Thirdly, in contrast to decision trees, influence diagrams can model discrete and continuous distributions as well as combinations of each. In addition, independence between uncertain variables can be more easily displayed. The size of influence diagrams grows linearly in the number of variables; whereas decision trees grow exponentially (Bielza & Shenoy, 1999). Since influence diagrams and decision trees are mathematically equivalent (i.e. isomorphic) representations of a decision problem, an influence diagram yields the same optimal strategy as a decision tree, and vice versa (Howard & Matheson, 1981).

Fourthly, the method of influence diagrams can spot unnecessary information in a decision problem by identifying irrelevant or barren nodes (Shachter, 1988). This leads to a simplification of the original influence diagram and results in a decreasing number of variables (Bielza & Shenoy, 1999) and thus, to a more compact model of the original decision problem.

Fifthly, influence diagrams can also be used as knowledge maps (Howard, 1989). Knowledge maps are influence diagrams without decision nodes (i.e., relevance diagrams) that can be interpreted as road maps showing how towns are linked together by displaying possible routes between them. Some areas are more familiar than others but a closer look may uncover new more effective routes; otherwise, some areas are foreign and the map serves as a “tourist guide” (Merkhofer, 1990). In addition, experimental results show that knowledge maps elicit a higher quantity and quality of information from the decision maker (Browne, Curley & Benson, 1997). Finally, once an influence diagram has been constructed it provides a compact picture of the decision problem that is relatively easy to examine, explore, and alter (Merkhofer, 1990). In



addition, the graphical representation of influence diagrams is not only an effective means for modeling decision problems but it is also effective for decision analysis (Merkhofer, 1990). It is easy to reflect updated or revised knowledge of the decision maker in the probability distribution of uncertain variables. In addition, influence diagrams support focused thinking (Keeney, 1992) by concentrating on the more crucial and subjective aspects of a decision problem.

## **5. Conclusion and Discussion**

Influence diagrams provide a convenient yet powerful approach for modeling, understanding, and evaluating multistage decision problems under uncertainty. They describe the structure of a decision problem in a concise way, give insight into the decision problem, and provide an effective method for communication. Influence diagrams operate at the graphical, functional, and numerical level of specification. As a directed acyclic graph, influence diagrams consist of value, decision, chance, and intermediate calculation nodes as well as directed arcs. The meaning of arcs changes in conjunction with the different types of connected nodes. Arcs entering a chance node are termed conditional arcs. They can be distinguished by relevance arcs combining two chance nodes as well as influence arcs pointing from a decision into a chance node. The former indicates probabilistic dependency whereas the latter implies a causal effect on the probability assessment of the chance nodes. Arcs entering decision nodes are termed informational arcs as they represent available information from the set of direct predecessor nodes. Arcs pointing into a value or intermediate calculation node are termed functional arcs as they show deterministic and functional dependency on the

direct predecessor nodes. Finally, structural arcs can be supplementary used to reveal the asymmetry associated with the influence diagram model.

Given the different meaning of nodes, one can think of specific types of diagrams (Howard, 1990). A diagram that contains only chance and deterministic nodes is called a “relevance diagram” (Howard, 1989). If we focus only on decision variables, we could think of a diagram that consists only of decision nodes. In addition, a so called “deterministic diagram” contains only deterministic nodes, i.e. calculation and value nodes. Such functional and deterministic dependency would be the equivalent to common spreadsheet applications. The wide acceptance of such spreadsheet applications has led to an overwhelming application of financial planning in business venturing where such deterministic diagrams are normally used to create a financial plan. The conceptual link between spreadsheet models and financial planning is that financial planning typically consists only of such deterministic functions at the functional and numerical level of specification. This commonly used approach encourages users to focus on the actual forecasting numbers by leaving out fundamental understanding of the strategic interrelationship between complex financial and business decisions inherent to a financial planning model. An influence diagram model that develops a financial plan based on the influence diagram technique goes far beyond simple deterministic calculation functions.

## Literaturverzeichnis

- Ackoff, R. L. (1978). *The Art of Problem Solving: Accompanied by Ackoff's Fables*, New York: Wiley.
- Acs, Z. J.; Arenius, P.; Hay, M.; Minniti, M. (2005). *Global Entrepreneurship Monitor - 2004 Executive Report*, Babson College and London Business School, Babson Park, MA.
- Allinson, C. W.; Chell, E.; Hayes, J. (2000). Intuition and entrepreneurial behaviour, *European Journal of Work & Organizational Psychology*, 9 (1), 31-43.
- Almus, M. (2002). What characterizes a fast-growing firm?, *Applied Economics*, 34, 1497-1508.
- Ardichvili, A.; Cardozo, R.; Ray, S. (2003). A theory of entrepreneurial opportunity identification and development, *Journal of Business Venturing*, 18 (1), 105-124.
- Arenius, P.; De Clercq, D. (2005). A network-based approach on opportunity recognition, *Small Business Economics*, 24 (3), 249-265.
- Arenius, P.; Minniti, M. (2005). Perceptual variables and nascent entrepreneurship, *Small Business Economics*, 24 (3), 233-247.
- Audretsch, D. B. (2002). *Entrepreneurship: A survey of the literature*, Institute for Development Strategies, Indiana University & Centre for Economic Policy Research (CEPR), London.
- Autio, E. (2005). *Global Entrepreneurship Monitor (GEM) - 2005 Report on High-Expectation Entrepreneurship*, HEC Lausanne, Lausanne.
- Barringer, B. R.; Ireland, R. D. (2005). *Entrepreneurship Successfully Launching New Ventures*, Upper Saddle River, NJ: Pearson/Prentice Hall.

- Bayes, T. (1763). An essay towards solving a problem in the doctrine of chances, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 53, 370-418.
- Bell, D. E.; Raiffa, H.; Tversky, A. (1988). Descriptive, normative, and prescriptive interactions in decision making, in David E. Bell; Raiffa, Howard; Tversky, Amos (eds.), *Decision Making: Descriptive, Normative, and Prescriptive Interactions*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Bielza, C.; Shenoy, P. P. (1999). A comparison of graphical techniques for asymmetric decision problems, *Management Science*, 45 (11), 1552-1569.
- Birch, D. L. (1979). *The Job Generation Process*, Economic Development Administration, Department of Commerce, Washington, DC.
- Bird, B. (1988). Implementing entrepreneurial ideas: The case for intention, *Academy of Management Review*, 13 (3), 442-453.
- Bird, B.; Jelinek, M. (1988). The operation of entrepreneurial intentions, *Entrepreneurship: Theory & Practice*, 13 (2), 21-29.
- Bodily, S. E. (1985). *Modern Decision Making: A Guide to Modeling with Decision Support Systems*, New York: McGraw-Hill.
- Browne, G. J.; Curley, S. P.; Benson, P. G. (1997). Evoking information in probability assessment: Knowledge maps and reasoning-based directed questions, *Management Science*, 43 (1), 1-15.
- Brüderl, J.; Preisendörfer, P. (2000). Fast-growing businesses: Empirical evidence from a German study, *International Journal of Sociology*, 30 (3), 45-70.
- Brunet, P. J. (2000). The entrepreneurial mindset (book review), *Library Journal*, 125 (17), 82.
- Busenitz, L. W.; Barney, J. B. (1994). *Biases and heuristics in strategic decision making: Differences between entrepreneurs and managers in large*

- organizations*. Paper presented at Academy of Management, Conference Proceedings, 85-89.
- Call, H. J.; Miller, W. A. (1990). A comparison of approaches and implementations for automating decision analysis, *Reliability Engineering & System Safety*, 30 (1-3), 115-162.
- Cassar, G. (2006). Entrepreneur opportunity costs and intended venture growth, *Journal of Business Venturing*, 21 (5), 610-632.
- Castrogiovanni, G. J. (1996). Pre-startup planning and the survival of new small businesses: Theoretical linkages, *Journal of Management*, 22 (6), 801-823.
- Chaganti, R.; Decarolis, D.; Deeds, D. (1995). Predictors of capital structure in small ventures, *Entrepreneurship: Theory & Practice*, 20 (2), 7-18.
- Chelst, K. (1998). Can't see the forest because of the decision trees: A critique of decision analysis in survey texts, *Interfaces*, 28 (2), 80-98.
- Choi, Y. R.; Shepherd, D. A. (2004). Entrepreneurs' decisions to exploit opportunities, *Journal of Management*, 30 (3), 377-395.
- Clemen, R. T.; Reilly, T. (2001). *Making Hard Decisions*, Pacific Grove, Cal.: Duxbury/ Thomson Learning.
- Cobb, B. R. (2007). Influence diagrams with continuous decision variables and non-gaussian uncertainties, *Decision Analysis*, 4 (3), 136-155.
- Coles, S.; Rowley, J. (1996). Spreadsheet modelling for management decision making, *Industrial Management & Data Systems*, 96 (7), 17.
- Corner, J. L.; Kirkwood, C. W. (1991). Decision analysis applications in the operations research literature, 1970-1989, *Operations Research*, 39 (2), 206-219.
- Covaliu, Z.; Oliver, R. M. (1995). Representation and solution of decision problems using sequential decision diagrams, *Management Science*, 41 (12), 1860-1881.

- Cressy, R. (1996). Are business startups debt-rationed?, *The Economic Journal*, 106 (9), 1253-1270.
- Dadzie, K. Q.; Cho, Y. (1989). Determinants of minority business formation and survival: An empirical assessment, *Journal of Small Business Management*, 27 (3), 56-61.
- Davidsson, P.; Henrekson, M. (2002). Determinants of the prevalence of start-ups and high-growth firms, *Small Business Economics*, 19 (2), 81-104.
- Davidsson, P.; Lindmark, L.; Olofsson, C. (1998). The extent of overestimation of small firm job creation - An empirical examination of the regression bias, *Small Business Economics*, 11 (1), 87-100.
- Davis, S. J.; Haltiwanger, J.; Schuh, S. (1996). Small business and job creation: Dissecting the myth and reassessing the facts, *Small Business Economics*, 8 (4), 297-315.
- de Campos, L. M.; Fernández-Luna, J. M.; Huete, J. F. (2004). Using context information in structured document retrieval: An approach based on influence diagrams, *Information Processing & Management*, 40 (5), 829-847.
- Demirer, R.; Shenoy, P. P. (2006). Sequential valuation networks for asymmetric decision problems, *European Journal of Operational Research*, 169 (1), 286-309.
- Denardo, E. V. (2001). The science of decision-making: A problem-based approach using Excel, *OR/MS Today*, 28 (4).
- Drucker, P. F. (1959). Long-range planning, *Management Science*, 5 (3), 238-250.
- Eckhardt, J. T.; Shane, S. A. (2003). Opportunities and entrepreneurship, *Journal of Management*, 29 (3), 333-349.
- Eisenhauer, J. G. (1995). The entrepreneurial decision: Economic theory and empirical evidence, *Entrepreneurship: Theory & Practice*, 19 (4), 67-79.

- Endres, A.; Woods, C. (2006). Modern theories of entrepreneurial behavior: A comparison and appraisal, *Small Business Economics*, 26 (2), 189-202.
- European Commission (2003). *Green Paper: Entrepreneurship in Europe*, Commission of the European Communities, Brussels.
- European Commission (2006). *Report on the implementation of the Entrepreneurship Action Plan*, Commission of the European Communities, Brussels.
- Felli, J. C.; Hazen, G. B. (2004). Javelin diagrams: A graphical tool for probabilistic sensitivity analysis, *Decision Analysis*, 1 (2), 93-107.
- Fölster, S. (2000). Do entrepreneurs create jobs?, *Small Business Economics*, 14 (2), 137-148.
- Forbes, D. P. (2005). Are some entrepreneurs more overconfident than others?, *Journal of Business Venturing*, 20 (5), 623-640.
- Fung, R. M.; Shachter, R. D. (1990). *Contingent Influence Diagrams*, Working Paper, Department of Engineering-Economic Systems, Stanford University, Stanford, CA.
- Gallagher, C. C.; Stewart, H. (1986). Jobs and the business life-cycle in the U.K., *Applied Economics*, 18 (8), 875-900.
- Gansel, B. B. (2008). Financial planning in business venturing, *International Journal of Entrepreneurship and Innovation Management*, forthcoming.
- Gansel, B. B.; Raith, M. G.; Wilker, H. M. (2005). Die Hochschule als regionaler Impulsgeber für Unternehmensgründungen: Eine empirische Untersuchung des Technologietransfers der Universität Magdeburg von 1990 bis 2004, in E. J. Schwarz; Harms, R. (eds.), *Integriertes Ideenmanagement: Betriebliche und überbetriebliche Aspekte unter besonderer Berücksichtigung kleiner und junger Unternehmen*, Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag.

- Goodwin, P.; Wright, G. (2003). *Decision Analysis for Management and Judgment*, Chichester: Wiley.
- Grossman, T. A. (2002). Spreadsheet add-ins for OR/MS, *OR/MS Today*, 29 (4).
- Gumpert, D. E.; Stancill, J. M. (1986). How much money does your new venture need?, *Harvard Business Review*, 64 (3), 122-139.
- Hammond, J. S.; Keeney, R. L.; Raiffa, H. (2002). *Smart Choices: A Practical Guide to Making Better Decisions*, New York, N.Y.: Broadway Books.
- Hansen, S. C.; Otley, D. T.; Van der Stede, W. A. (2003). Practice developments in budgeting: An overview and research perspective, *Journal of Management Accounting Research*, 15 (1), 95-116.
- Heshmati, A. (2001). On the growth of micro and small firms: Evidence from Sweden, *Small Business Economics*, 17 (3), 213-228.
- Hisrich, R.; Peters, M. P. (2002). *Entrepreneurship*, Boston, Mass.: McGraw-Hill/Irwin.
- Hisrich, R. D.; Peters, M. P.; Shepherd, D. A. (2005). *Entrepreneurship*, Boston, Mass.: McGraw-Hill/ Irwin.
- Hohti, S. (2000). Job flows and job quality by establishment size in the Finnish manufacturing sector, 1980-1994, *Small Business Economics*, 15 (4), 265-281.
- Howard, R. A. (1966). Information value theory, *IEEE Transactions on Systems Science and Cybernetics*, 2 (1), 22-26.
- Howard, R. A. (1967). Value of information lotteries, *IEEE Transactions on Systems Science and Cybernetics*, 3 (1), 54-60.
- Howard, R. A. (1988). Decision analysis: Practice and promise, *Management Science*, 34 (6), 679-695.
- Howard, R. A. (1989). Knowledge maps, *Management Science*, 35 (8), 903-922.



- Howard, R. A. (1990). From influence to relevance to knowledge, in Robert M. Oliver; Smith, James Q. (eds.), *Influence Diagrams, Belief Nets and Decision Analysis: Proceedings of the Conference Entitled "Influence Diagrams for Decision Analysis, Inference and Prediction"*, Chichester: Wiley.
- Howard, R. A.; Matheson, J. E. (1981). Influence diagrams, in Ronald A. Howard; Matheson, James E. (eds.), *Readings on the Principles and Applications of Decision Analysis, Vol. 2*, Menlo Park, CA: Strategic Decision Group.
- Howard, R. A.; Matheson, J. E. (2005). Influence diagram retrospective, *Decision Analysis*, 2 (3), 144-147.
- Howell, R. A. (2004). Turn your budgeting process upside down, *Harvard Business Review*, 82 (7/8), 21-23.
- Jensen, F. V.; Nielsen, T. D.; Shenoy, P. P. (2006). Sequential influence diagram: A unified asymmetry framework, *International Journal of Approximate Reasoning*, 42 (1-2), 101-118.
- Kahneman, D.; Lovallo, D. (1993). Timid Choices and bold forecasts: A cognitive perspective on risk taking, *Management Science*, 39 (1), 17-31.
- Katz, J. A. (2003). The chronology and intellectual trajectory of American entrepreneurship education 1876–1999, *Journal of Business Venturing*, 18 (2), 283-300.
- Keefer, D. L.; Kirkwood, C. W.; Corner, J. L. (2004). Perspective on decision analysis applications, 1990-2001, *Decision Analysis*, 1 (1), 4-22.
- Keeney, R. L. (1992). *Value-Focused Thinking: A Path to Creative Decisionmaking*, Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Keeney, R. L. (2004). Making better decision makers, *Decision Analysis*, 1 (4), 193-204.
- Keeney, R. L.; Raiffa, H. (1976). *Decision with Multiple Objectives*, New York: Wiley.

- Keh, H. T.; Foo, M. D.; Lim, B. C. (2002). Opportunity evaluation under risky conditions: The cognitive processes of entrepreneurs, *Entrepreneurship: Theory & Practice*, 27 (2), 125-148.
- Kirkwood, C. W. (1992). An overview of methods for applied decision analysis, *Interfaces*, 22 (6), 28-39.
- Kirzner, I. M. (1973). *Competition and Entrepreneurship*, Chicago: University of Chicago Press.
- Kirzner, I. M. (1999). Creativity and/or alertness: A reconsideration of the Schumpeterian entrepreneur, *Review of Austrian Economics*, 11 (1), 5-17.
- Konings, J. (1995). Gross job flows and the evolution of size in U.K. establishments, *Small Business Economics*, 7 (3), 213-220.
- Koppl, R.; Minniti, M. (2003). Market processes and entrepreneurial studies, in Zoltán J. Acs; Audretsch, David B. (eds.), *Handbook of Entrepreneurship Research*, Boston, Mass.: Kluwer Academic Publishers.
- Kuratko, D. F. (2005). The emergence of entrepreneurship education: Development, trends, and challenges, *Entrepreneurship: Theory & Practice*, 29 (5), 577-598.
- Lazear, E. P. (2002). *Entrepreneurship*, National Bureau of Economic Research, working paper 9190, Cambridge, Mass.
- Leach, J. C.; Melicher, R. W. (2003). *Entrepreneurial Finance*, Mason, Ohio: Thomson/South-Western.
- Levin, R. I.; Travis, V. R. (1987). Small company finance: What the books don't say, *Harvard Business Review*, 65 (6), 30-32.
- Liu, L.; Shenoy, P. P. (2004). Representing asymmetric decision problems using coarse valuations, *Decision Support Systems*, 37 (1), 119-135.

Locke, E. A.; Latham, G. P.; Smith, K. J.; Wood, R. E. (1990). *A Theory of Goal Setting and Task Performance*, Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall.

López-Díaz, M.; Rodríguez-Muñiz, L. J. (2007). Influence diagrams with super value nodes involving imprecise information, *European Journal of Operational Research*, 179 (1), 203-219.

MacGregor, D. G. (2001). Decomposition for judgmental forecasting and estimation, in J. S. Armstrong (ed.), *Principles of Forecasting: A Handbook for Researchers and Practitioners*, Boston, Mass.: Kluwer Academic Publishers.

MacGregor, D. G.; Armstrong, J. S. (1994). Judgmental decomposition: When does it work?, *International Journal of Forecasting*, 10 (4), 495-506.

Mahoney, J. T.; Kor, Y. Y. (2001). The entrepreneurial mindset: Strategies for continuously creating opportunity in an age of uncertainty (book review), *Academy of Management Review*, 26 (3), 457-459.

Mata, J.; Portugal, P.; Guimaraes, P. (1995). The survival of new plants: Start-up conditions and post-entry evolution, *International Journal of Industrial Organization*, 13 (4), 459-481.

Mather, D. (1999). A framework for building spreadsheet based decision models, *Journal of the Operational Research Society*, 50 (1), 70.

Maxwell, D. T. (2004). Decision analysis: Aiding insight VII, *OR/MS Today*, 31 (6).

McCarthy, A. M.; Schoorman, F. D.; Cooper, A. C. (1993). Reinvestment decisions by entrepreneurs: Rational decision-making or escalation of commitment?, *Journal of Business Venturing*, 8 (1), 9-24.

McGrath, R. G.; MacMillan, I. C. (1995). Discovery-driven planning, *Harvard Business Review*, 73 (4), 44-54.

Merkhofer, M. W. (1990). Using influence diagrams in multiattribute utility analysis - Improving effectiveness through improving communication, in Robert M.

- Oliver; Smith, James Q. (eds.), *Influence Diagrams, Belief Nets and Decision Analysis: Proceedings of the Conference Entitled "Influence Diagrams for Decision Analysis, Inference and Prediction"*, Chichester: Wiley.
- Miller, A. C.; Merkhofer, M. W.; Howard, R. A.; Matheson, J. E.; Rice, T. R. (1976). *Development of Automated Aids for Decision Analysis*, Technical Report, Stanford Research Institute, Menlo Park, California.
- Minniti, M.; Bygrave, W. D.; Autio, E. (2006). *Global Entrepreneurship Monitor - 2005 Executive Report*, Babson College and London Business School, Babson Park, MA; London.
- Minniti, M.; Koppl, R. (1999). The unintended consequences of entrepreneurship, *Journal des Economists et des Etudes Humaines*, 9 (4), 567-586.
- Nielsen, T. D.; Jensen, F. V. (2003a). Representing and solving asymmetric decision problems, *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 2 (2), 217-263.
- Nielsen, T. D.; Jensen, F. V. (2003b). Sensitivity analysis in influence diagrams, *IEEE Transactions on Systems, Man & Cybernetics—Part A: Systems and Humans*, 33 (2), 223-234.
- Oliver, R. M.; Smith, J. Q. (1990). Preface, in Robert M. Oliver; Smith, James Q. (eds.), *Influence Diagrams, Belief Nets and Decision Analysis*, Chichester: Wiley.
- Olmsted, S. M. (1983). *Representing and Solving Decision Problems*, Ph.D. Dissertation, Department of Engineering-Economic Systems, Stanford University, Stanford, Calif.
- Owen, D. L. (1978). The use of influence diagrams in structuring complex decision problems, in Ronald A. Howard; Matheson, James E. (eds.), *Readings on the Principles and Applications of Decision Analysis, Vol. 2*, Menlo Park, CA: Strategic Decision Group.

- Panko, R. R. (1998). What we know about spreadsheet errors, *Journal of End User Computing*, 10 (2), 15-21.
- Parker, S. C. (2006). Learning about the unknown: How fast do entrepreneurs adjust their beliefs?, *Journal of Business Venturing*, 21 (1), 1-26.
- Pearl, J. (1988). *Probabilistic Reasoning in Intelligent Systems: Networks of Plausible Inference*, San Mateo, Calif.: Morgan Kaufmann.
- Pennock, D. M.; Weliman, M. P. (2005). Graphical models for groups: Belief aggregation and risk sharing, *Decision Analysis*, 2 (3), 148-164.
- Phelps, R.; Chan, C. (2001). Does scenario planning affect performance? Two explanatory studies, *Journal of Business Research*, 51 (3), 223-232.
- Pratt, J. W.; Raiffa, H.; Schlaifer, R. (1964). The foundations of decision under uncertainty: An elementary exposition, *Journal of the American Statistical Association*, 59, 353-375.
- Qi, R.; Zhang, L.; Poole, D. (1994). *Solving asymmetric decision problems with influence diagrams*. Paper presented at Uncertainty in Artificial Intelligence: Proceedings of the Tenth Conference, Conference Proceedings, 491-497, San Francisco, CA.
- Raiffa, H. (1968). *Decision Analysis: Introductory Lectures on Choices Under Uncertainty*, Reading, Mass.: Addison-Wesley.
- Raiffa, H.; Schlaifer, R. (1961). *Applied Statistical Decision Theory*, Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Ronstadt, B. (1997). Financial projections: How to do them the right way, in William D. Bygrave (ed.), *The Portable MBA in Entrepreneurship*, New York: Wiley.
- Savage, L. J. (1954). *The Foundations of Statistics*, New York: Wiley.

- Scarborough, N. M.; Zimmerer, T. W. (2006). *Effective Small Business Management: An Entrepreneurial Approach*, Upper Saddle River, NJ: Pearson/Prentice Hall.
- Schoemaker, P. J. H. (1991). When and how to use scenario planning: A heuristic approach with illustration, *Journal of Forecasting*, 10 (6), 549-564.
- Schoemaker, P. J. H. (1993). Multiple scenario development: Its conceptual and behavioral foundation, *Strategic Management Journal*, 14 (3), 193-213.
- Schoemaker, P. J. H. (1995). Scenario planning: A tool for strategic thinking, *Sloan Management Review*, 36 (2), 25-40.
- Sexton, D. L.; Bowman-Upton, N. (1991). *Entrepreneurship: Creativity and Growth*, New York: MacMillan.
- Shachter, R. D. (1986). Evaluating influence diagrams, *Operations Research*, 34 (6), 871-883.
- Shachter, R. D. (1988). Probabilistic inference and influence diagrams, *Operations Research*, 36 (4), 589-604.
- Shachter, R. D.; Kenley, C. R. (1989). Gaussian influence diagrams, *Management Science*, 35 (5), 527-550.
- Shane, S.; Venkataraman, S. (2000). The promise of entrepreneurship as a field of research, *Academy of Management Review*, 25 (1), 217-226.
- Shenoy, P. P. (1992). Valuation-based systems for Bayesian decision analysis, *Operations Research*, 40 (3), 463-484.
- Shenoy, P. P. (2000). Valuation network representation and solution of asymmetric decision problems, *European Journal of Operational Research*, 121 (3), 579-608.

- Simon, M.; Houghton, S. M. (2000). Cognitive biases, risk perception, and venture formation: How individuals decide to start companies., *Journal of Business Venturing*, 15 (2), 113-134.
- Smith, G. F. (1989a). Defining managerial problems: A framework for prescriptive theorizing, *Management Science*, 35 (8), 963-981.
- Smith, J. E.; Holtzman, S.; Matheson, J. E. (1993). Structuring conditional relationships in influence diagrams, *Operations Research*, 41 (2), 280-297.
- Smith, J. E.; von Winterfeld, D. (2004). Decision analysis in Management Science, *Management Science*, 50 (5), 561-574.
- Smith, J. Q. (1989b). Influence diagrams for bayesian decision analysis, *European Journal of Operational Research*, 40 (3), 363-376.
- Smith, K. G.; Gannon, M. J.; Grimm, C.; Mitchell, T. R. (1988). Decision making behavior in smaller entrepreneurial and larger professionally managed firms, *Journal of Business Venturing*, 3 (3), 223-232.
- Smith, R. L.; Smith, J. K. (2004). *Entrepreneurial Finance*, New York: Wiley.
- Sonfield, M.; Lussier, R.; Corman, J.; McKinney, M. (2001). Gender comparisons in strategic decision-making: An empirical analysis of the entrepreneurial strategy matrix, *Journal of Small Business Management*, 39 (2), 165-173.
- Sternberg, R.; Brixy, U.; Schlapfner, J.-F. (2006). *Global Entrepreneurship Monitor (GEM): Länderbericht Deutschland 2005*, Institut für Wirtschafts- und Kulturgeographie, Universität Hannover, Hannover.
- Sternberg, R.; Lückgen, I. (2005). *Global Entrepreneurship Monitor (GEM) - Länderbericht Deutschland 2004*, Wirtschafts- und Sozialgeographisches Institut, Universität zu Köln, Köln.
- Storey, D. J. (1994). *Understanding the Small Business Sector*, London: Routledge.

- Timmons, J. A.; Spinelli, S. (2004). *New Venture Creation: Entrepreneurship for the 21st Century*, Boston, Mass: McGraw-Hill/Irwin.
- Van Stel, A. J.; Storey, D. J. (2004). The Link between firm births and job creation: Is there a upas tree effect?, *Regional Studies*, 38 (8), 893-909.
- Vincent, V. C. (1996). Decision-making policies among Mexican-American small business entrepreneurs, *Journal of Small Business Management*, 34 (4), 1-13.
- von Neumann, J.; Morgenstern, O. (1944). *Theory of Games and Economic Behavior*, Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Zhang, N. L.; Qi, R.; Poole, D. (1994). A computational theory of decision networks, *International Journal of Approximate Reasoning*, 11, 83-158.
- Zimmerer, T. W.; Scarborough, N. M. (2002). *Essentials of Entrepreneurship and Small Business Management*, Upper Saddle River, NJ: Pearson/Prentice Hall.