



Hochschule Neu-Ulm
University of Applied Sciences

Bachelorarbeit
im Bachelorstudiengang
Betriebswirtschaft
an der Hochschule für angewandte Wissenschaften Neu-Ulm

**Bewertung von
nachhaltigen Investitionen
in Produktion und Logistik**

Erstkorrektor: Prof. Dr. Carsten Prenzler
Zweitkorrektor: Prof. Dr. Stefan Distel

Verfasserin: Monika Elisabeth Pabst (282657)

Thema erhalten: 24.05.2024
Arbeit abgegeben: 23.09.2024

Inhalt

Inhalt.....	I
Abbildungsverzeichnis.....	III
Tabellenverzeichnis.....	IV
1. Einleitung.....	1
1.1. Zielsetzung der Arbeit	1
1.2. Methodik und Aufbau der Arbeit.....	2
2. Theoretischer Bezugsrahmen	3
2.1. Hintergrund und Problemstellung	3
2.2. Nachhaltigkeitskriterien	3
2.3. Nachhaltige Investitionen in Produktion und Logistik	7
3. Investitionsbewertungsmethoden.....	17
3.1. Traditionelle Bewertungsmethoden	17
3.1.1. Einordnung in den Investitionsprozess	17
3.1.2. Übersicht der Methoden.....	18
3.1.3. Traditionelle Methoden	20
3.1.4. Anwendung der Methoden	24
3.2. Nachhaltige Bewertungsmethoden	25
3.2.1. Nachhaltige Bewertungskriterien	26
3.2.2. Dynamische Bewertungsmethoden.....	29
3.2.3. Weitere Bewertungsmethoden.....	33
3.2.4. Bewertung von Investitionen unter Unsicherheit.....	37
4. Fallbeispiele.....	44
5. Diskussion der Ergebnisse.....	49
5.1. Interpretation der Ergebnisse	49
5.2. Nutzen und Grenzen	50

Inhalt

5.3. Empfehlungen für Unternehmen	57
6. Fazit	61
7. Literaturverzeichnis	62

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: „Die drei Säulen der Nachhaltigkeit“	5
Abbildung 2: Das House of Production von Toyota	8
Abbildung 3: Zieleviereck	9
Abbildung 4: Das Haus der grünen Produktionssysteme	10
Abbildung 5: Die Kreislaufwirtschaft	13
Abbildung 6: Der Investitionsprozess	17
Abbildung 7: Übersicht über statische und dynamische Verfahren	19
Abbildung 8: Anwendung Investitionsrechenverfahren	24
Abbildung 9: Einteilung Nachhaltigkeitskriterien	27
Abbildung 10: Ökologische In- und Outputgrößen einer Investition	34
Abbildung 11: Bewertung von Realoptionen „Der Tomatengarten“	43
Abbildung 12: Berechnung Kapitalwert	45
Abbildung 13: Dynamische Amortisationsrechnung Alternative 1	46
Abbildung 14: Dynamische Amortisationsrechnung Alternative 2	46
Abbildung 15: Nutzwertanalyse	46
Abbildung 16: BMW Group Wertschöpfung 2022	47
Abbildung 17: Teilergebnisse einer Lebenszyklusanalyse	48
Abbildung 18: Bewertungsverfahren bei Unsicherheit und Flexibilität	58

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Beispiele für die betriebswirtschaftliche Ebene der Nachhaltigkeit	6
Tabelle 2: Wesentliche logistische Einflüsse auf Ressourcenverbrauch und Emissionen:	15
Tabelle 3: Vor- und Nachteile einer Monetarisierung	28
Tabelle 4: Übertragung der Parameter auf Realoptionen	41
Tabelle 5: Überblick der Kriterien und Verfahren.....	60

1. Einleitung

1.1. Zielsetzung der Arbeit

Ziel ist es einen umfassenden Überblick über bestehende Methoden zur Bewertung von nachhaltigen Investitionen zu erstellen.

Zunächst soll eine Definition von Nachhaltigkeit in der Produktion und Logistik erarbeitet werden. Die verschiedenen Dimensionen der Nachhaltigkeit sollen im Bezug zu Produktions- und Logistikprozessen herausgearbeitet werden, um ein klares Verständnis für nachhaltige Investitionen in diesen Sektoren zu schaffen.

Des Weiteren soll ein Überblick über bestehende Bewertungsmethoden geschaffen werden. Diese sollen analysiert und bewertet werden. Wichtig ist es dabei, die jeweiligen Stärken beziehungsweise Schwächen herauszuarbeiten. Dabei werden zum einen quantitative und zum anderen qualitative Bewertungsmethoden in Betracht gezogen. Außerdem soll die Zuverlässigkeit der Ergebnisse der jeweiligen Bewertungsverfahren betrachtet werden.

Abschließend soll die Arbeit konkrete Bewertungsmethoden vorschlagen, die auch in der Praxis genutzt werden können. Ziel ist es, Unternehmen in den Bereichen Produktion und Logistik zu unterstützen, nachhaltige Entscheidungen zu treffen, die sowohl ökonomisch als auch ökologisch und sozial verantwortungsvoll sind.

Im Rahmen dieser Arbeit wird der Fokus auf die Bewertung von Investitionen in der Produktion und Logistik gelegt, wobei die Integration von Nachhaltigkeitskriterien im Vordergrund steht.

Diese Arbeit konzentriert sich auf die Investitionsrechnung im Vorfeld einer Investition und nicht auf die Bewertung der Investition während der Nutzungsphase oder danach. Eine Analyse dieser späteren Phasen würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen. Darüber hinaus soll nicht weiter darauf eingegangen werden, wie Kennzahlen zur Nachhaltigkeit erhoben werden können. Es wird davon ausgegangen, dass diese Kennzahlen bereits vorliegen und die Arbeit fokussiert sich darauf, wie diese Daten in die Investitionsentscheidung einbezogen werden können, um eine fundierte und nachhaltige Entscheidung zu treffen.

Stattdessen konzentriert sich die Untersuchung auf allgemeingültige Bewertungsmethoden, die flexibel auf verschiedene industrielle Kontexte angewendet werden können.

1.2. Methodik und Aufbau der Arbeit

Die vorliegende Arbeit untersucht verschiedene Methoden und Ansätze zur Bewertung nachhaltiger Investitionen in der Produktion und Logistik. Im Fokus steht dabei die Analyse ihrer Eignung zur Integration von Nachhaltigkeitskriterien, um wirtschaftliche, ökologische und soziale Aspekte umfassend zu berücksichtigen.

Zunächst wird eine umfassende Literaturrecherche durchgeführt, um den aktuellen Stand der Forschung zu den verschiedenen Bewertungsmethoden zu ermitteln.

Anschließend werden diese Methoden im Hinblick auf ihre Fähigkeit, ökologische, soziale und wirtschaftliche Nachhaltigkeitskriterien zu berücksichtigen, untersucht und bewertet. Dabei werden sowohl die theoretischen Grundlagen der Methoden analysiert als auch praktische Anwendungsbeispiele aus der Literatur herangezogen, um die theoretischen Erkenntnisse zu untermauern.

Zudem erfolgt eine kritische Auseinandersetzung mit den Herausforderungen und Grenzen der Methoden. Anschließend werden die Ergebnisse zu einer Handlungsempfehlung für Unternehmen zusammengefasst.

2. Theoretischer Bezugsrahmen

2.1. Hintergrund und Problemstellung

Die Anforderungen an Unternehmen sind in den letzten Jahren sehr stark in Hinblick auf Corporate Social Responsibility und Nachhaltigkeit gestiegen. Dementsprechend ist es wichtig, die Nachhaltigkeitsaspekte in die Entscheidungsfindung von Investitionen miteinzubeziehen. Dazu braucht es eine Richtlinie, wie man verschiedene Investitionen nicht nur anhand von finanziellen Aspekten, sondern auch ökologischen und sozialen Aspekten bestmöglich bewerten kann.

Diese Arbeit soll sich insbesondere mit Investitionen in der Produktion und Logistik beschäftigen.

Forschungsfragen:

1. Welche Kriterien sind für die Bewertung der Nachhaltigkeit von Investitionen in diesen Bereichen relevant?
2. Mit welchen Methoden können die ökonomischen, ökologischen und sozialen Effekte von nachhaltigen Investitionen quantifiziert und verglichen werden?

2.2. Nachhaltigkeitskriterien

Nachhaltigkeitsbegriff

Der Begriff „Nachhaltigkeit“, aus dem englischen „sustainability“, kommt von dem lateinischen Begriff „sustinere“, das „aufrechterhalten“ oder „bewahren“ bedeutet. Es geht darum, Strukturen und Prozesse zu schaffen, die langfristig bestehen können.¹

Hans Carl von Carlowitz (1645 – 1714) prägte den Begriff erstmalig im Kontext der Forstwirtschaft. Er sprach die Empfehlung, dass nur so viel Holz geschlagen werden soll, wie es auch wieder nachwachsen kann. Dieses Prinzip ist wohl auch den Jägern und Sammlern, im Bezug auf der Nutzung der Jagdgebiete, so wie den Bauern, im Umgang mit ihren Feldern, bekannt gewesen.²

¹ Vgl. Grober, U., Nachhaltigkeit, 2010, S. 21. zitiert nach Sailer, U., Nachhaltigkeitscontrolling, 2022, S. 18.

² Vgl. Sailer, U., Nachhaltigkeitscontrolling, 2022, S. 18 f.

Theoretischer Bezugsrahmen

1972 wurde die Studie „The Limits to Grow“ vom Massachusetts Institute of Technology (MIT) veröffentlicht. Diese wurde vom Club of Rome initiiert und prognostizierte die Entwicklungen der Weltwirtschaft und der Menschheit. Die Studie kam zu dem Ergebnis, dass in den nächsten 100 Jahren die Wachstumsgrenze erreicht sein wird, natürliche Ressourcen wurden aufgebraucht und es kommt zu verheerlichen Umweltauswirkungen, welche dazu führen, dass die Industrie, so wie die Bevölkerungszahl abnehmen werden. Trotzdem, dass die Studie kritisiert wurde und weitere Anpassungen vorgenommen worden sind, konnte man daraus Klarheit gewinnen, dass es eine systemische Betrachtung der natürlichen Umwelt und des Wohlstandes geben muss.³ Eine weitere anerkannte Definition von Nachhaltigkeit stammt aus dem Brundtland-Bericht aus dem Jahr 1987. Die ehemalige norwegische Ministerpräsidentin Gro Harlem Brundtland leitete, die von den Vereinten Nationen in Auftrag gegebene Kommission „World Commission on Environment and Development“. In ihrem Bericht „Our Common Future“ wurde das Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung entworfen und geprägt.⁴

„Nachhaltige Entwicklung ist eine Entwicklung, die den Bedürfnissen der heutigen Generation entspricht, ohne die Möglichkeiten künftiger Generationen zu gefährden, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen.“⁵

Diese Definition wird häufig verwendet. Sie sagt aus, dass die Gerechtigkeit nicht nur zwischen, sondern auch innerhalb einer Generation bestehen muss. Das macht zwar theoretisch Sinn, ist aber in der Praxis eher weniger umsetzbar.⁶

Eine weitere Definition entstand beim Rat für Nachhaltige Entwicklung 2001, der durch den damaligen Bundeskanzler Gerhard Schröder verfügt wurde:

„Nachhaltige Entwicklung heißt, Umweltgesichtspunkte gleichberechtigt mit sozialen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu berücksichtigen. Zukunftsfähig wirtschaften bedeutet also: Wir müssen unseren Kindern und Enkelkindern ein intaktes ökologisches, soziales und ökonomisches Gefüge hinterlassen. Das eine ist ohne das andere nicht zu haben.“⁷

³ Vgl. Meadows, D., Grenzen des Wachstums, 1972.

⁴ Vgl. WCED, S. W. S., Our common future, 1987 .

⁵ WCED, S. W. S., Our common future, 1987.

⁶ Vgl. Sailer, U., Nachhaltigkeitscontrolling, 2022, S. 19.

⁷ Rat für nachhaltige Entwicklung, Nachhaltigkeitsrat, 2011.

Theoretischer Bezugsrahmen

Die Begriffe nachhaltige Entwicklung und Nachhaltigkeit werden in den häufigsten Fällen sinngleich genutzt. Die Art der Bedürfnisse dürfen wirtschaftliche, ökologische und soziale Hintergründe haben. Dabei ist es wichtig, dass diese Bedürfnisse überall auf der Welt erfüllt werden können. Wichtig dabei ist, dass die aktuellen Bedürfnisse nur dann erfüllt werden können, wenn diese nicht die, der nächsten Generation gefährden können.⁸

Die Nachhaltigkeit wird in der Regel durch das Drei-Säulen-Modell, auch bekannt als Triple Bottom Line beschrieben, das die Bereiche Ökologie, Ökonomie und Soziales integriert.

Das 3-Säulen-Modell der Nachhaltigkeit zeigt, dass die drei Dimensionen der Nachhaltigkeit sich gegenseitig ausgleichen sollen und in einer Balance sein müssen um die Ziele der Nachhaltigkeit erreichen zu können. Diese Dimensionen werden in diesem Modell dargestellt. Neben dem „3-Säulen-Modell“, findet man diese Dimensionen auch in Kreismodellen.⁹

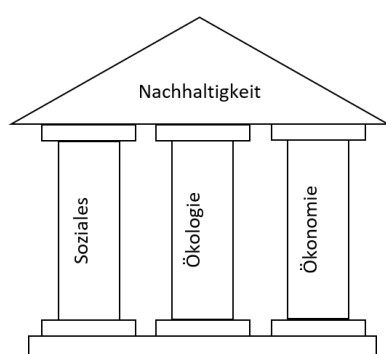


Abbildung 1: „Die drei Säulen der Nachhaltigkeit“

Quelle: Gabriel, R./Sailer, U., Nachhaltigkeit, 2021, S. 33.

Im ökonomischen Bereich konzentriert sich das Unternehmen auf seine finanzielle Leistung, einschließlich der Erzielung von Gewinnen, der Steigerung von Umsätzen und der Erhöhung seines Marktanteils. Der soziale Bereich umfasst die Analyse der gesellschaftlichen Auswirkungen, die das Unternehmen hat, wie beispielsweise die Schaffung von Arbeitsplätzen, die Förderung von Bildungsmaßnahmen und die Unterstützung von lokalen

⁸ Vgl. Sailer, U., Nachhaltigkeitscontrolling, 2022, S. 20.

⁹ Vgl. Gabriel, R./Sailer, U., Nachhaltigkeit, 2021, S. 33.

Theoretischer Bezugsrahmen

Gemeinschaften. Im ökologischen Bereich werden die Auswirkungen des Unternehmens auf die Umwelt betrachtet, darunter der Verbrauch von Ressourcen, die Treibhausgasemissionen und das Management von Abfall.¹⁰

Um darzustellen, wie dieses Modell auf betriebswirtschaftliche Weise zu interpretieren ist, zeigt die nachfolgende Tabelle ein paar Beispiele:

Tabelle 1 Beispiele für die betriebswirtschaftliche Ebene der Nachhaltigkeit

Dimensionen	Betriebswirtschaftliche Aspekte (Beispiele)
Ökonomische Nachhaltigkeit	Langfristiger Kapitalerhalt Angemessene Rendite Kostenoptimierung über den Lebenszyklus von Produkten
Ökologische Nachhaltigkeit	Geringe Schadstoffemissionen Geringer Ressourceneinsatz Kreislaufwirtschaft & Recycling Langlebigkeit
Soziale Nachhaltigkeit	Mitarbeiterzufriedenheit Sichere Arbeitsplätze Steuerzahlungen Soziales Engagement Ethische Verantwortung

Quelle: *Gabriel, R./Sailer, U., Nachhaltigkeit, 2021, S. 36.*

Der Triple-Bottom-Line Ansatz sagt aus, dass ökonomische, soziale und ökologische Anforderungen äquivalent angesehen werden sollten und sich gegenseitig voraussetzen, damit die Entwicklung eines Unternehmens positiv voranschreiten kann.¹¹

Oftmals wird in der Praxis der Zusammenhang zwischen den Dimensionen nicht wahrgenommen.¹²

In vielen Fällen wird der ökonomische beziehungsweise finanzielle Faktor als wichtigster gesehen.

Bei der betrieblichen Umsetzung der Nachhaltigkeit, gibt es bestimmte Hemmnisse. Unter anderem die schwierige oder fehlende Messung der Nachhaltigkeit.¹³

¹⁰ Vgl. Kreuzer, R. T., Nachhaltige Unternehmensführung, 2023, S. 5.

¹¹ Vgl. Sailer, U., Nachhaltigkeitscontrolling, 2022, S. 21.

¹² Vgl. Bezner, E. u.a., Nachhaltigkeit und Controlling, 2010. Zitiert nach Sailer, U., Nachhaltigkeitscontrolling, 2022, S. 21.

¹³ Vgl. Sailer, U., Nachhaltigkeitscontrolling, 2022, S. 27.

Theoretischer Bezugsrahmen

Dabei wird gesagt, dass betriebswirtschaftliche Entscheidungen zum großen Teil aufgrund von finanziellen Faktoren, wie zum Beispiel Kosten und Erlösen getroffen werden. Investitionen werden getätigt, wenn der Barwert der zukünftigen Einzahlungsüberschüsse höher ist, wie die Auszahlungen. Die Basis auf der Entscheidungen getroffen werden besteht aus Informationen, die vom Rechnungswesen erfasst werden. Gegebenheiten, die dort nicht erfasst worden sind, werden in die Entscheidungsfindung nicht einbezogen.¹⁴

Das bedeutet, dass es mehr Informationen gibt, die in die Entscheidungsfindung miteinbezogen werden sollten. Daraus lässt sich folgern, dass mehr Wert auf die Datenerhebung von beispielsweise CO²-Ausstoß, soziale Rahmenbedingungen, Energieverbrauch gelegt werden muss. Leider sind die zugehörigen Messmethoden kein Standard in den meisten Unternehmen, und auch wenn es Ergebnisse gibt, sind diese oftmals nicht kompatibel mit den vorhandenen Systemen.¹⁵

In der letzten Zeit, entstand die Idee, die sozialen und umwelttechnischen Faktoren zu quantifizieren und monetarisieren.¹⁶

2.3.Nachhaltige Investitionen in Produktion und Logistik

Produktion

Unter Produktion versteht man das Herstellen von Gütern. Dabei gibt es einen Input, der aus den Produktionsfaktoren Arbeitskraft, Betriebsmitteln und Werkstoffen besteht. Durch den Prozess entsteht ein Output, der aus dem erzielten Produkt und Nebenprodukten besteht.

Bei der Produktion handelt es sich um einen wertschöpfenden Prozess, demnach der Output einen höheren Wert haben soll wie der Input.¹⁷

Die heutigen grünen Produktionssysteme haben sich historisch aus den Ansätzen von Frederick Winslow Taylor (1856-1915) und Henry Ford (1836-1947) entwickelt. Taylor entwickelte die Ansätze des Scientific Management und fokussierte sich dabei auf die Steigerung der

¹⁴ Vgl. Sailer, U., Nachhaltigkeitscontrolling, 2022, S. 28.

¹⁵ Vgl. Sailer, U., Nachhaltigkeitscontrolling, 2022, S. 27 f.

¹⁶ Vgl. Sailer, U., Nachhaltigkeitscontrolling, 2022, S. 28.

¹⁷ Vgl. Corsten, H., Produktionswirtschaft, 2009. zitiert nach Friedl, A., Nachhaltigkeit, 2021, S. 241.

Theoretischer Bezugsrahmen

Produktivität und dem Minimieren von Ineffizienzen. Sein Ziel dabei war die Produktionskosten möglichst niedrig zu halten, im Gegensatz dazu sollten die Löhne steigen. Diese Vorgehensweisen waren hauptsächlich für Massenfertigungen vorgesehen, jedoch nicht am Fließband. Ford entwickelte diese Ansätze für die Fließbandproduktion. Dabei stand die Prozesstaktung, so wie die Arbeitsteilung im Fokus der Veränderungen. Was dazu noch erwähnt werden sollte ist das Abnehmen der Motivation der Mitarbeiter, da diese in dem durch die Arbeitsteilung sehr eintönigen Arbeitsalltag schlechtere Arbeitsbedingungen haben. Der nächste Schritt in der Produktionsentwicklung wurde von Toyota gemacht. Dort wurden erstmals das Prinzip Jikoda, in dem Fall ein dampfangetriebener Webstuhl, der bei Fehlern stoppt und so zu einer Produktion mit null Fehlern gewährleisten konnte. Dieses Prinzip war der erste Bestandteil des Toyota-Produktionssystems (TSP). Weitere große Errungenschaften war das einführen der Just-In-Time Produktion. Diese beiden Produktionsprinzipien wurden verbunden und das heutige Kanban-System wurde erfunden.¹⁸

Diese Prinzipien findet man im „House of Production“ von Toyota wieder:

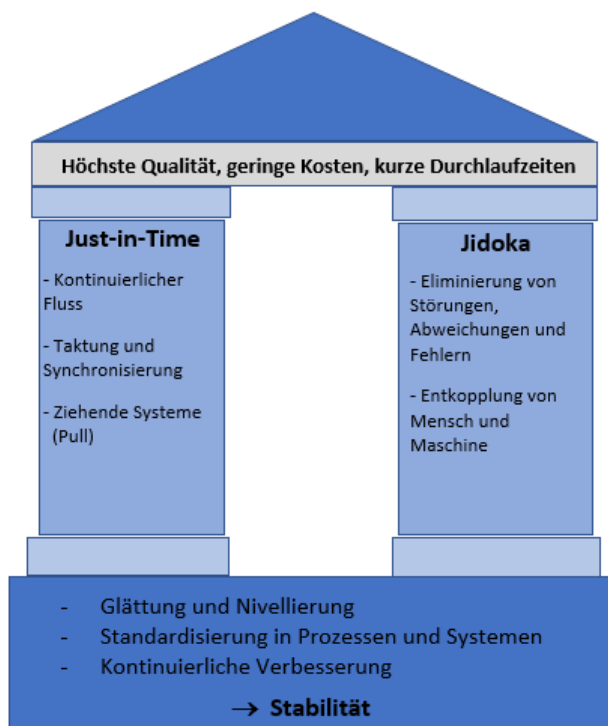


Abbildung 2: Das House of Production von Toyota

Quelle: zitiert nach *Lochmahr, A./Boppert, J., grüne Logistik, 2014, S. 70*. In Anlehnung an *Liker, J. K., Der Toyota-Weg, 2007, S. 65*.

¹⁸ Vgl. *Lochmahr, A./Boppert, J., grüne Logistik, 2014, S. 67 ff.*

Theoretischer Bezugsrahmen

Wie man in der Abbildung sehen kann, ist das oberste Ziel eine kurze Durchlaufzeit. Jedoch ist dies nicht immer möglich. Deshalb gibt es das Prinzip der Heijunka, bei dem die Produktion gleichmäßig aufgeteilt wird, um Schwankungen zu vermeiden, also sozusagen zu „glätten“.

Die modernen Produktionssysteme basieren darauf und werden meist mit Lean-Management-Aktivitäten verbessert. Wenn man sich einen Überblick über die bekanntesten Produktionssysteme verschafft, kann man in diesen ähnliche Ansätze finden. Diese „sechs Prämissen schlanker Produktionssysteme“ sind Steigerung der Produktivität, Taktung ohne Wartezeiten oder Überlastung, Harmonisierung des Produktionsflusses, standardisierte Prozesse, höchste Qualität und die Mitarbeiter.

Dabei stellt sich jetzt die Frage, ob diese Ansätze mit denen einer nachhaltigen Produktion wirklich im Widerspruch zueinander stehen.

In erster Linie wird die Implementierung mit grünen Systemen in den Zusammenhang mit erhöhten Kosten und Aufwänden, jedoch gibt es auch Punkte, die mit den genannten Prinzipien übereinstimmen.¹⁹

Für diese Arbeit ist es wichtig, sich bewusst zu machen wie eine nachhaltige Investition ein Produktionssystem nicht nur „grüner“ macht, sondern auch dazu beitragen kann Ziele zu erreichen, die auch in herkömmlichen Produktionssystemen erreicht werden sollen. Dies ist wichtig zu beachten und in die Bewertung mit einzubeziehen.

In das klassische Zieldreieck werden neben den Faktoren Qualität, Kosten und Zeit auch die Nachhaltigkeit mitaufgenommen.²⁰

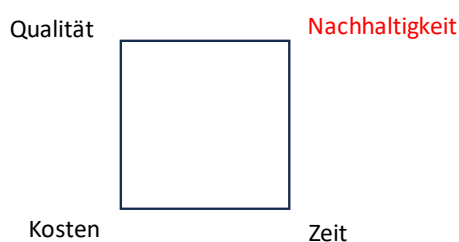


Abbildung 3: Zieleviereck

Quelle: in Anlehnung an *Friedl, A., Nachhaltigkeit, 2021, S. 242.*

¹⁹ Vgl. *Lochmahr, A./Boppert, J., grüne Logistik, 2014, S. 70 ff.*

²⁰ Vgl. *Friedl, A., Nachhaltigkeit, 2021, S. 243.*

Theoretischer Bezugsrahmen

Zunächst ist zu klären was eine Produktion nachhaltig macht. Das Nutzen von endlichen Umweltressourcen führt an sich zu keinen bis sehr geringen Kosten. Erst durch das Einschreiten des Staates, durch verschiedene Gesetze und Regulierungen, wird mittlerweile versucht die Produktion nachhaltiger gestaltet zu werden. Im Mittelpunkt steht dabei, die Emissionen zu minimieren und den Einsatz erneuerbarer Energiequellen zu fördern. Eine vollständig nachhaltige Produktion würde bedeuten, dass keine endlichen Ressourcen mehr genutzt werden und keine umweltschädlichen Produkte durch den Output entstehen.²¹

Demnach ist die Steigerung der Produktivität mit der Nachhaltigkeit in keinem Zielkonflikt. Ein geringer Ressourcenverbrauch und die Vermeidung von Verschwendung ist im Sinne von beiden Prinzipien vereinbar. Die Taktung ohne Wartezeiten steht ebenfalls in keinem Zielkonflikt zueinander.

Das „House of Green Production“ nennt als Schlüsselemente eines grünen Produktionssystems die Planung und Disposition, Ressourcen und Betriebsmittel so wie Stabilität und Langfristigkeit.

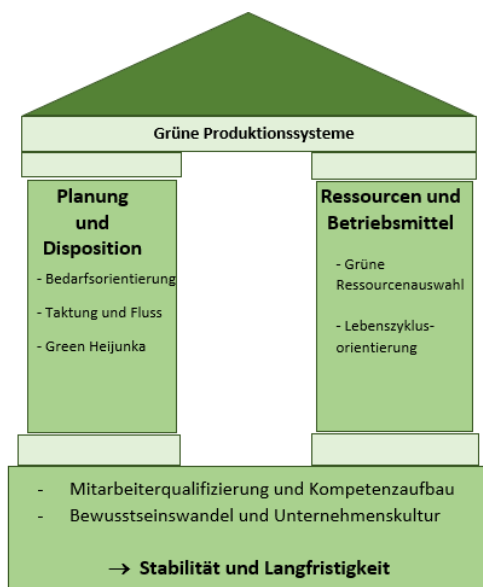


Abbildung 4: Das Haus der grünen Produktionssysteme

Quelle: Lochmahr, A./Boppert, J., grüne Logistik, 2014, S. 79.

²¹ Vgl. Friedl, A., Nachhaltigkeit, 2021, S. 243.

Theoretischer Bezugsrahmen

Der Einsatz von endlichen Ressourcen ist in der Produktion durch die Gewinnung von Rohmaterialien und die Erzeugung von Materialien bedingt. Es können nicht nur nachwachsende Rohstoffe genutzt werden. Es gibt neben den Abbau und Nebenprodukten noch weitere Belastung der Umwelt durch das Produkt an sich, während und nach der Nutzung. Dieses kann vorkommen als Emissionen in der Luft, dem Wasser oder als Abfall, welcher verschiedene Abbaueiten haben kann.

Beim strikten Befolgen der folgenden Vorgehensweisen könnte man laut Friedl die Produktion als hundertprozentig nachhaltig bezeichnen:

- Die Maximierung der Materialproduktivität des Prozesses angestrebt wird.
- Das Material, das in die Produktion miteinfließt nachhaltig erzeugt wurde.
- Alle Ab- und Nebenprodukte ausgeschlossen bzw. minimiert werden (mit Fokus auf die Treibhausgase).
- Auch in der Nutzungsphase des Outputs auf eine minimale Materialintensität geachtet wird.
- Die Abbauprodukte, die unabdingbar sind, sowie das Produkt nach Einsatz, wiederverwendet werden können.²²

Zu diesen Materialien gehören ebenso, die Hilfs- und Betriebsstoffe. Diese werden ausschließlich aus nachwachsenden Rohstoffen entnommen, jedoch nur in der Menge, dass daraus keine Engpässe in der Herstellung von Nahrungsmitteln entsteht. Die restlichen Abfallprodukte müssen biologisch abbaubar sein.²³

Damit würde ein Kreislauf entstehen in den keine neuen Produkte hinzugefügt werden müssen. Was dabei eine der Schwierigkeiten sind, sind Produkte wie zum Beispiel die durch Abrieb in die Umwelt gelangen. Ein Beispiel dafür wäre Mikroplastik.²⁴

Ein weiterer Faktor, der die Nachhaltigkeit eines Produktionssystems beeinflusst, ist der Einsatz von Energie. Nicht erneuerbare Energieformen, die aus fossilen Rohstoffen gewonnen werden haben genau so wie die Materialien eine enorme Auswirkung auf die Umwelt.

²² Vgl. Friedl, A., Nachhaltigkeit, 2021, S. 243.

²³ Vgl. Friedl, A., Nachhaltigkeit, 2021, S. 243.

²⁴ Vgl. Lochmahr, A./Boppert, J., grüne Logistik, 2014, S. 244.

Theoretischer Bezugsrahmen

Hauptsächlich äußern sich diese in Form von Abgasen in der Luft als Treibhausgase (Co₂, Methan). Bei der Herstellung von Energie aus Atomkraftwerken entstehen Abfallprodukte, die eine lange Halbwertszeit haben und noch lange Zeit gelagert werden müssen. Das hat ebenfalls negative Auswirkungen auf die Umwelt und ist deswegen nicht nachhaltig. Erneuerbare Energien hingegen sind mit der Nachhaltigkeit vereinbar.

Beispiele dafür sind Wasserkraftwerke, Windkraftträder oder Photovoltaikanlagen.²⁵

Dabei gilt um den Energieeinsatz als hundert Prozent nachhaltig auszuweisen:

Es ist sicherzustellen, dass der Prozess möglichst effizient ist, keine Emissionen verursacht, insbesondere keine Treibhausgase freigesetzt, und ausschließlich Energie aus erneuerbaren Quellen verwendet. Zudem ist der Energiebedarf des Endprodukts während seiner Nutzung so gering wie möglich zu halten und anfallende Abwärme sinnvoll weiter zu nutzen.

Es sei jedoch darauf verwiesen, dass die Steigerung der Nachhaltigkeit maßgeblich von der Einsparung von Energie abhängt.²⁶

Nun stellt sich die Frage, auf was die Investitionen abzielen sollen, um die Produktion nachhaltiger zu gestalten.

Man sollte herausfinden, wo im Prozess Energie verschwendet wird. Dabei gibt es eine Reihenfolge, die einzuhalten ist:²⁷

1. Vermeiden: Die beste Einsparung ist immer dann, wenn gar keine Energie aufgewendet werden muss.
2. Reduzieren: Wenn trotzdem Energie verwendet werden muss, gilt es den Einsatz so klein zu halten wie nur möglich.
3. Kompensieren: Wenn zum Schluss noch immer Emissionen entstehen, müssen woanders Investitionen getätigt werden, die Emissionen reduzieren können.

²⁵ Vgl. Lochmahr, A./Boppert, J., grüne Logistik, 2014, S. 244 f.

²⁶ Vgl. Lochmahr, A./Boppert, J., grüne Logistik, 2014, S. 244 f.

²⁷ Vgl. Lochmahr, A./Boppert, J., grüne Logistik, 2014, S. 107.

Theoretischer Bezugsrahmen

Die Kreislaufwirtschaft ist ein zentrales Modell für nachhaltiges Wirtschaften. Sie zielt darauf ab, den Einsatz von Rohstoffen so weit wie möglich zu reduzieren und Ressourcen wiederzuverwenden. Produkte und Materialien werden durch Recycling aufbereitet, um ihren Lebenszyklus zu verlängern und Abfall zu minimieren.²⁸

In der folgenden Abbildung sieht man wie der Produktlebenszyklus aufgebaut wird.

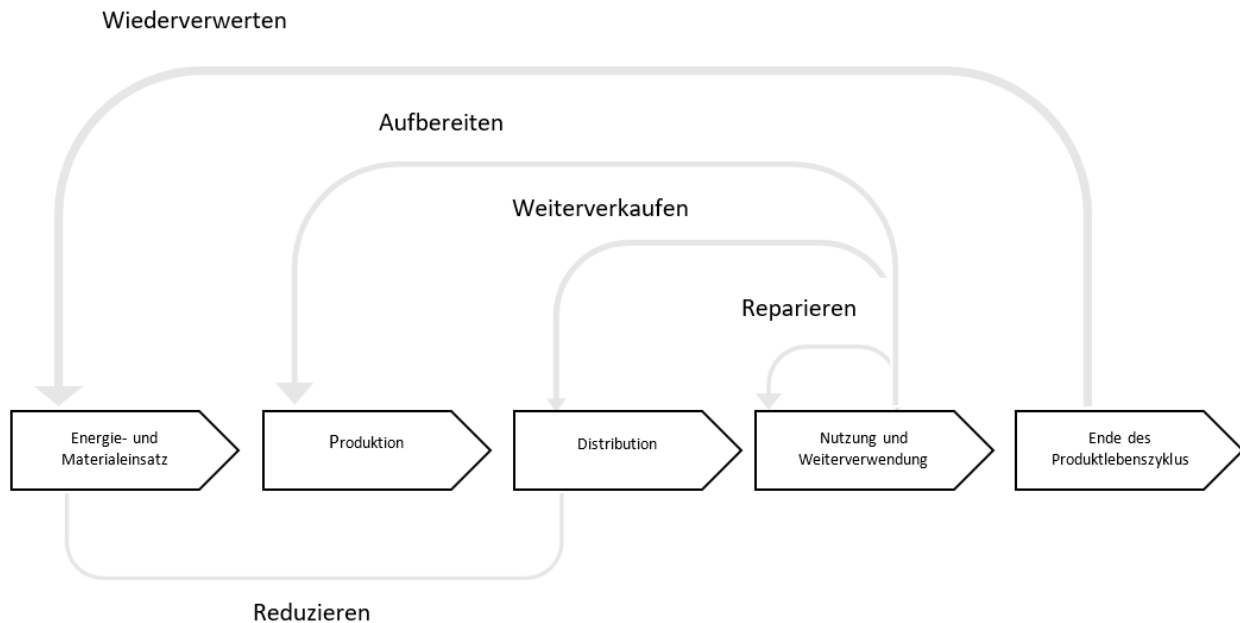


Abbildung 5: Die Kreislaufwirtschaft

Quelle: in Anlehnung an Vgl. *Busch, K.*, Nachhaltige Kreislaufwirtschaft, 2023, S. 102.

Was man daraus schlussfolgern kann ist, dass man bereits bei der Entwicklung und Planung von Produkten, den ganzen Lebenszyklus betrachten sollte. Die Produktion sollte bei der Entwicklung bereits darauf achten, dass ein möglichst langer Lebenszyklus, so wie eine Wiederverwendbarkeit der Produkte vorliegt. Maßgeblich für die Verwirklichung davon ist der Einsatz von einer ebenfalls nachhaltigen Logistik, die die Produkte und Materialien wieder dahin zurückführt wo sie wiederverwertet werden können.

²⁸ Vgl. *Busch, K.*, Nachhaltige Kreislaufwirtschaft, 2023, S. 102.

Logistik

Eine Definition der Logistik lautet „Logistik ist die ganzheitliche Planung, Steuerung, Koordination, Durchführung und Kontrolle aller unternehmensinternen unternehmensübergreifenden Informations- und Güterflüsse.“²⁹ Daneben existieren noch zahlreiche weitere Definitionen.

Zu den Funktionen der Logistik gehören der Transport, die Lagerung und die Verpackung.³⁰

Wenn es um eine Veränderung in den Logistikprozessen geht, ist meist von dem Konzept „Green Logistics“ die Rede. Dabei geht es hauptsächlich darum, umweltfreundlicher zu wirtschaften und vor allen Dingen Emissionen zu verringern und zu vermeiden. Damit liegt das Hauptmerk auf den ökologischen Kriterien der Nachhaltigkeit. Jedoch gehört zu einer nachhaltigen Logistik auch der soziale Faktor. Dieser kann sich in diesem Zusammenhang durch den Verkehr bedingt, als Lärm oder auch als Unfälle äußern. Ein weiteres Kriterium wären die Arbeitsbedingungen der Mitarbeiter im Logistiksektor.³¹

Die Logistikprozesse machen laut der European Commission ein Viertel der gesamten Treibhausgasemissionen aus.³²

Dabei trägt insbesondere der Straßenverkehr seinen Teil dazu bei, davon ist der Güterverkehr ein sehr großer Bestandteil. Die Logistik ist sowohl national, als auch international sehr gut miteinander vernetzt. Grund dafür ist, dass die Wertschöpfung teilweise global erfolgt. Das führt zwar in vielen Ländern zu positiven Effekten, wie zum Beispiel Wohlstand. Jedoch hat diese hohe Vernetzung auch seine Schattenseiten. Die negativen Auswirkungen auf die Umwelt sind erheblich. Daher wird von der Logistikbranche gefordert, nachhaltige Ansätze zu entwickeln, die mit Umwelt-, Klima- und Sozialstandards im Einklang stehen. Im Fokus dabei steht den Einsatz von Ressourcen so gut wie möglich zu reduzieren, so wie die Umweltauswirkungen klein zu halten. Jedoch ohne die Optimierung der Produktivität der Logistikprozesse zu vernachlässigen.³³

Hierzu gibt es gewisse Anforderungen die miteinbezogen werden sollten:³⁴

²⁹ *Logistik, B.*, Logistik Definition, 2019.

³⁰ *Vgl. Deckert, C.*, Nachhaltige Logistik, 2021, S. 13.

³¹ *Vgl. Deckert, C.*, Nachhaltige Logistik, 2021, S. 22.

³² *Vgl. European Commission*, Green Deal, 2024.

³³ *Vgl. Kreutzer, R. T.*, Nachhaltige Unternehmensführung, 2023, S. 154.

³⁴ *Vgl. Kreutzer, R. T.*, Nachhaltige Unternehmensführung, 2023, S. 154.

Theoretischer Bezugsrahmen

Logistikprozesse müssen in Echtzeit transparent gemacht werden, um die Zufriedenheit von Privat- wie Geschäftskunden zu erhöhen. Dabei sollte hohen Wert auf Anpassungsfähigkeit, so wie Verlässlichkeit gelegt werden.

Die Supply-Chain sollte belastbar sein. Beispielsweise sollten mehrere Lieferantenquellen genutzt werden.

Durch das Verwenden von effizienten Transportmitteln und dem stetigen Verbessern der Tourenplanung soll die Energieeffizienz verbessert werden.

Durch das Verwenden von Transportmitteln, die weniger Emissionen verursachen, so wie dem verhindern von Leerfahrten soll es eine Reduktion von Emissionen geben.

Es sollen wiederverwendbare so wie biologisch verwertbare Verpackungsmaterialien genutzt werden um Ressourcen zu schonen. Dabei sollte auch darauf geachtet werden, dass es keine Überproduktion beziehungsweise unnötige Bestände gibt.

Die sozialen Rahmenbedingungen sollen so festgelegt sein, dass die Mitarbeiter die bestmöglichen Arbeitsbedingungen haben.

Was am Schluss allerdings nicht vernachlässigt werden sollte, sind die finanziellen Gegebenheiten. Die Maßnahmen sollen für das Unternehmen im finanziellen Rahmen bleiben.

Diese Anforderungen sollten so angewandt werden, dass diese miteinander harmonieren und das Ziel der Weiterentwicklung der Nachhaltigkeit verfolgt wird.

Die folgenden Tabelle gibt einen Überblick darüber, welche Ressourcen die Hauptmerkmale der verschiedenen Logistikfunktionen sind und welche Emissionen diese verursachen.

Tabelle 2: Wesentliche logistische Einflüsse auf Ressourcenverbrauch und Emissionen:

Logistische Funktionen	Ressourcen	Emissionen
Transport	Treibstoffverbrauch	Abgase, Treibhausgase, Lärm, Evtl. Bioinvasion
Lagerung	Energieverbrauch Flächenverbrauch	Treibhausgase (Scope2), Verschandelung
Verpackung	Materialeinsatz Energieverbrauch	Abfall

Quelle: in Anlehnung an Deckert, C., Nachhaltige Logistik, 2021, S. 33.

Ein vielversprechender Ansatz, um eine Transformation zu einer nachhaltigen Logistik zu verwirklichen, ist der Einsatz von digitalen Technologien.³⁵

Beispiele dafür wären die Mitarbeiter mit smarten Geräten für das Handling im Lager auszustatten. So wie der Einsatz von smarten Transportmanagementsoftwares zur Transportroutenplanung.³⁶ Mit letzterem könnte man durch erhöhte Ressourceneffizienz Kraftstoffe sparen, so wie die Emissionen reduzieren.

³⁵ Vgl. Grunder, N. L./Pešková, M./Gees, T., Digitale Transformation, 2024, S. 110.

³⁶ Vgl. Grunder, N. L./Pešková, M./Gees, T., Digitale Transformation, 2024, S. 112.

3. Investitionsbewertungsmethoden

3.1. Traditionelle Bewertungsmethoden

3.1.1. Einordnung in den Investitionsprozess

Die Investitionsbewertung lässt sich im Rahmen der Investitionsplanung einordnen.

Sie stellt eine Teilplanung der Unternehmensplanung dar. Die Planung ist besonders wichtig, da durch eine getätigte Investition, das eingesetzte Kapital langfristig gebunden ist. Je nach Stufe, ob strategisch, taktisch oder operativ, kann die Kapitalbindung unterschiedlich lang sein und beansprucht dementsprechend verschiedene Ebenen in der Planung.³⁷

Der Investitionsplanungsprozess kann in verschiedene Phasen unterteilt werden:

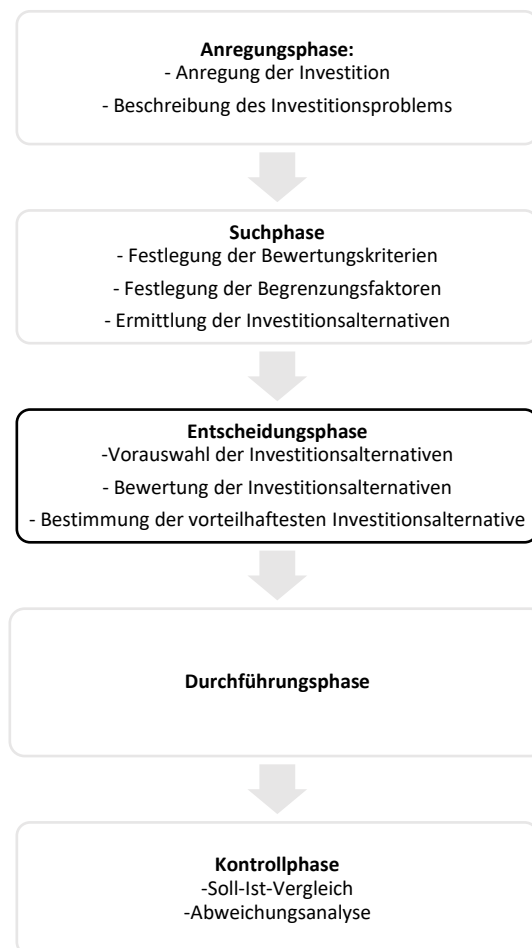


Abbildung 6: Der Investitionsprozess

Quelle: in Anlehnung an Olfert, K., Investition, 2021, S. 66.

³⁷ Vgl. Olfert, K., Investition, 2021, S. 61.

Investitionsbewertungsmethoden

Die Investitionsverfahren, die im folgenden erläutert werden, befinden sich in diesem Prozess unter dem Punkt Entscheidungsphase -> Bewertung der Investitionsalternativen und daraus folgend -> Bestimmung der vorteilhaftesten Investition.

Um diese erfolgreich umzusetzen, müssen in der Suchphase die Bewertungskriterien festgelegt werden.

Dabei muss auf die Unternehmensziele eingegangen werden und dementsprechend quantitative, so wie qualitative Bewertungskriterien bestimmt werden. Die quantitativen Bewertungskriterien werden als Maßstäbe für die Ermittlung der Vorteilhaftigkeit bei traditionellen Verfahren verwendet. Die quantitativen Kriterien werden als Maßstäbe zur Ermittlung der Vorteilhaftigkeit bei der Nutzwertrechnung verwendet.³⁸

3.1.2. Übersicht der Methoden

Im Folgenden wird thematisiert mit welchen Bewertungsmethoden Unternehmen bisher ihre Investitionen bewertet haben.

Speziell wird es um die Bewertung von Sachinvestitionen gehen, das bedeutet das Kapital längerfristig über mehrere Jahre in Anlagevermögen investiert wird. Dabei kann es sich beispielsweise um Investitionen in Maschinen, Gebäude oder ähnliches handeln. Investitionen sind sehr langfristiger Natur und führen zu Zahlungsströmen, die weit in die Zukunft reichen können. Dementsprechend bürden diese Unsicherheiten, welche in die strategische Planung miteinbezogen werden sollten. Um dafür eine Grundlage zu schaffen, auf der eine Entscheidung getroffen werden kann gibt es verschiedene Investitionsrechenarten. Ziel davon ist es verschiedene Optionen zu vergleichen und rauszufinden, ob sich eine Investition lohnt. Erreicht wird das durch die Quantifizierung der verschiedenen Einflussgrößen mit denen ein Zusammenhang hergestellt werden kann.³⁹

Man unterscheidet grundsätzlich in statistische und dynamische Verfahren der Investitionsrechnung. In der folgenden Grafik gibt es eine Auflistung der verschiedenen Investitionsrechenarten.

³⁸ Vgl. Olfert, K., Investition, 2021, S. 70f.

³⁹ Vgl. Becker, H. P./Peppmeier, A., Investitionsrechnung, 2022, S. 37 f.

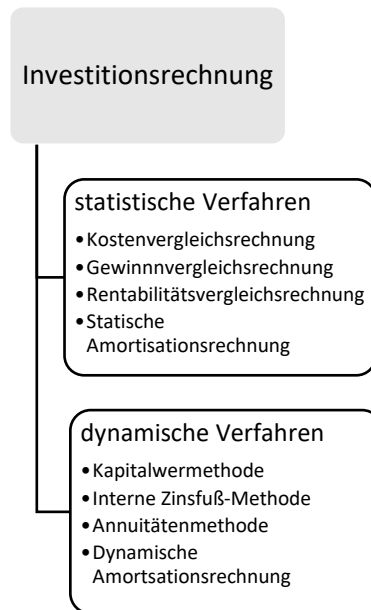


Abbildung 7: Übersicht über statische und dynamische Verfahren

Quelle: in Anlehnung an Wöltje, J., Investitionsrechnung, 2022, S. 87.

Statistische Verfahren basieren auf den Zahlen der Kosten- und Erlösrechnung und können dementsprechend aus dem Rechnungswesen übernommen werden. Der Aufwand zur Datenbeschaffung ist hierbei besonders gering. Die einzelnen übernommenen Werte werden auf eine Periode bezogen und dabei werden Durchschnittswerte berechnet. Was dabei jedoch unberücksichtigt bleibt, sind größere Schwankungen in den zugrunde liegenden Annahmen und Marktbedingungen. Dementsprechend eignen sich diese Arten von Investitionsrechenverfahren gut zum Vergleich von sehr ähnlichen Investitionen, mit sehr gleichbleibenden Zahlenwerten.⁴⁰

Der Zeitwert des Geldes wird nicht berücksichtigt, was die Aussagekraft einschränkt. Diese Methoden sind insbesondere dann geeignet, wenn der Investitionsbedarf gering ist, eine schnelle Schätzung erforderlich ist, die Unsicherheit der Daten eine genauere Analyse nicht rechtfertigt oder qualitative Kriterien entscheidend sind und die Investitionsrechnung lediglich ergänzend dient.⁴¹

Dynamische Verfahren hingegen verwenden keine Durchschnittswerte sondern die Zahlenreihen an sich.⁴²

⁴⁰ Vgl. Burger, A., Grundlagen, 2024, S. 36f..

⁴¹ Vgl. Becker, H. P./Peppmeier, A., Investitionsrechnung, 2022, S. 55.

⁴² Vgl. Burger, A., Grundlagen, 2024, S. 44.

Investitionsbewertungsmethoden

Um die Zahlungsströme vergleichbar zu machen, werden die Ein- und Auszahlungen, die während der gesamten Nutzung entstehen, entweder auf den Zeitpunkt zum Anfang der Investition abgezinst oder zu dem Zeitpunkt, an dem die Investition endet aufgezinst.⁴³

Für die Bewertung von Nachhaltigkeit wird sich der Fokus auf die dynamischen Verfahren richten. Grund dafür ist, dass diese langfristiger ausgerichtet sind, was bei der Bewertung von Nachhaltigkeit, eine große Rolle spielt.

3.1.3. Traditionelle Methoden

Kapitalwertmethode

Die Kapitalwertmethode wird sehr häufig in der Investitionsrechnung angewandt. Das Ziel der Rechnung ist es, den Kapitalwert zu bestimmen.

Dieser wird berechnet, indem die Einzahlungen und Auszahlungen der einzelnen Zeitpunkte mit einem Diskontierungszinssatz abgezinst werden. Der Kapitalwert ist die Summe aller Barwert der gesamten Einzahlungen und Auszahlungen vermindert um die Kosten der Anschaffung.⁴⁴

Die entsprechende Formel lautet wie folgt:⁴⁵

$$K_0 = -A_0 + \sum_{t=1}^n \frac{E_t - A_t}{q^t} = -A_0 + \sum_{t=1}^n \frac{EZÜ}{(1+i)^t}$$

A_0	= Anschaffungsauszahlung zum Zeitpunkt null
T	= Jahresindex
n	= Nutzungsdauer des Investitionsobjekts (Jahre)
E_t	= Einzahlung zum Zeitpunkt t
A_t	= Auszahlung zum Zeitpunkt t
$EZÜ_t$	= Einzahlungsüberschuss zum Zeitpunkt t
i	= Diskontierungszinssatz

⁴³ Vgl. Becker, H. P./Peppmeier, A., Investitionsrechnung, 2022, S. 58.

⁴⁴ Vgl. Becker, H. P./Peppmeier, A., Investitionsrechnung, 2022, S. 60.

⁴⁵ Vgl. Becker, H. P./Peppmeier, A., Investitionsrechnung, 2022, S. 61.

Investitionsbewertungsmethoden

Die folgenden Merkmale zeichnen die Kapitalwertmethode aus: Die Zahlungsströme können zwar in den verschiedenen Zeitpunkten unterschiedlich sein, werden aber durch das Abzinsen auf Barwerte vergleichbar gemacht. Es wird nicht nur der Erfolg einer einzelnen Periode, sondern des gesamten Zeitraums, in dem die Investition genutzt wird, gemessen. Der Diskontierungszinssatz entspricht dem Mindestzins. Umso höher der Kapitalwert ausfällt, desto vorteilhafter ist die geplante Investition. Allgemein gilt sie als vorteilhaft, wenn der Kapitalwert nicht negativ ist.⁴⁶

Interne Zinsfußmethode

Diese Methode wird verwendet, um die Rentabilität des gebundenen Kapitals der Investition zu messen. Es ist eine Abwandlung der Kapitalwertmethode. Es wird nicht nach dem Kapitalwert gesucht, sondern dieser wird mit null vorgegeben und es wird nach dem Zinssatz gesucht. Dieser sollte dem geforderten Zinssatz entsprechen oder höher sein. Dann gilt die Investition als vorteilhaft. Beim Vergleich mehrerer Investitionen ist diese mit dem höchsten Zinssatz die Vorteilhafteste.⁴⁷

Berechnet wird der Zinssatz mit folgender Formel:⁴⁸

$$0 = -A_0 + \sum_{t=1}^n \frac{EZ\ddot{U}_t}{(1+r)^t}$$

$$r = \sqrt[n]{\frac{EZ\ddot{U}_n}{A_0}} - 1$$

r = Interner Zinssatz

n = Jahre

$EZ\ddot{U}_n$ = Einzahlungsüberschuss am Ende der Investition

A_0 = Auszahlung zum Zeitpunkt null

⁴⁶ Vgl. Becker, H. P./Peppmeier, A., Investitionsrechnung, 2022, S. 57 f.

⁴⁷ Vgl. Becker, H. P./Peppmeier, A., Investitionsrechnung, 2022, S. 63 ff.

⁴⁸ Vgl. Becker, H. P./Peppmeier, A., Investitionsrechnung, 2022, S. 63 ff.

Investitionsbewertungsmethoden

Wenn es mehrere Zahlungsreihen gibt, ist die Auflösung der Formel schwierig und muss durch ein Näherungsverfahren gelöst werden.

Die Methode erweist sich insbesondere zur Beurteilung der Rentabilität von Investitionen als überaus nützlich. Allerdings weist sie ähnliche Einschränkungen hinsichtlich der Genauigkeit der Cashflow-Schätzungen, sowie der Vergleichbarkeit, wie sie auch bei der Kapitalwertmethode zu beobachten sind. Man geht davon aus, dass die Überschüsse der Einzahlungen sofort zum internen Zinssatz angelegt werden, was in der Praxis zu Schwierigkeiten führt. Des Weiteren ist die Methode nur anwendbar, sofern die Investition einen einzigen positiven internen Zinssatz aufweist. Dies setzt eine Normalinvestition mit lediglich einem Vorzeichenwechsel der Zahlungsströme voraus. Zudem führt die Berechnung, aufgrund der Konvexität des linearen Zusammenhangs zwischen dem Kapitalwert und dem Zins zu einer leichten Überschätzung des tatsächlichen Zinssatzes.⁴⁹

Annuitätenmethode

Die Annuitätenmethode dient der Ermittlung des jährlich konstanten Überschusses, welcher nach Kapitalrückzahlung und Verzinsung für den Investor verfügbar ist. Dieser rein rechnerische Wert stellt einen periodischen Überschuss dar. Diese Methode stellt eine Variante der Kapitalwertmethode dar, wobei der Fokus nicht auf dem Gesamterfolg einer Investition, sondern auf dem jährlichen Periodenerfolg liegt. Daher unterliegt sie ähnlichen Kritikpunkten wie die der Kapitalwertmethode.⁵⁰

Die Entscheidungsregel besagt, dass eine Investition als vorteilhaft zu betrachten ist, wenn die berechnete Annuität den Wert null annimmt oder einen positiven Betrag aufweist. Bei mehreren Investitionsmöglichkeiten wird diejenige mit der höchsten Annuität bevorzugt. Die Annuität selbst stellt eine gleichmäßige Reihe dar, deren Kapitalwert dem der ursprünglichen Zahlungsreihe entspricht. Sie wird durch Multiplikation des Kapitalwerts mit einem Annuitätenfaktor ermittelt, welcher Zins- und Zinseszinsseffekte berücksichtigt.⁵¹

⁴⁹ Vgl. Becker, H. P./Peppmeier, A., Investitionsrechnung, 2022, S. 63 ff.

⁵⁰ Vgl. Becker, H. P./Peppmeier, A., Investitionsrechnung, 2022, S. 66.

⁵¹ Vgl. Becker, H. P./Peppmeier, A., Investitionsrechnung, 2022, S. 66.

$$a = K_0 \cdot \frac{q^n(a-1)}{q^n-1}, \text{ mit } q = 1 + i$$

a = Annuität

Dynamische Amortisationsrechnung

Bei diesem Verfahren wird die statische Amortisationsrechnung dynamisiert, das heißt, dass die einzelnen Rückflüsse der Jahre und nicht nur der Durchschnitt berücksichtigt wird. Diese Rückflüsse werden addiert, weshalb es sich um eine Kumulationsrechnung handelt. Mit dieser Methode kann bestimmt werden, an welchem Zeitpunkt die addierten barwertigen Rückflüsse die Höhe der anfänglichen Investitionsausgabe erreicht haben. Damit wäre die Investition amortisiert. Bei einer Fehlinvestition gibt es keine Amortisation und die Investition wäre nicht vorteilhaft.⁵²

Die Rückflüsse werden mit dem Abzinsungsfaktor diskontiert.⁵³

$$AZ = t^* + \frac{KW_{t^*}}{KW_{t^*} - KW_{t^*+1}}$$

AZ= Amortisationszeit

KW_{t^*} = letzter negativer Kapitalwert

KW_{t^*+1} = erster positiver Kapitalwert

Die Investition ist dann vorteilhaft, wenn die Amortisationszeit kürzer ist, wie die geplante Höchstamortisationszeit. Umso kürzer die Amortisationszeit, desto vorteilhafter ist die Investition.⁵⁴

⁵² Vgl. Wöltje, J., Investitionsrechnung, 2022, S. 184.

⁵³ Vgl. Wöltje, J., Investitionsrechnung, 2022, S. 184.

⁵⁴ Vgl. Wöltje, J., Investitionsrechnung, 2022, S. 184.

3.1.4. Anwendung der Methoden

In der Studie „Investitionsrechenverfahren in der Praxis“ aus 2019, wurde eine empirische Untersuchung in Form eines Fragebogens an Unternehmen durchgeführt, welche Investitionsrechenverfahren diese in der Praxis anwenden.

In der folgenden Abbildung sieht man die Ergebnisse dieser Befragung.

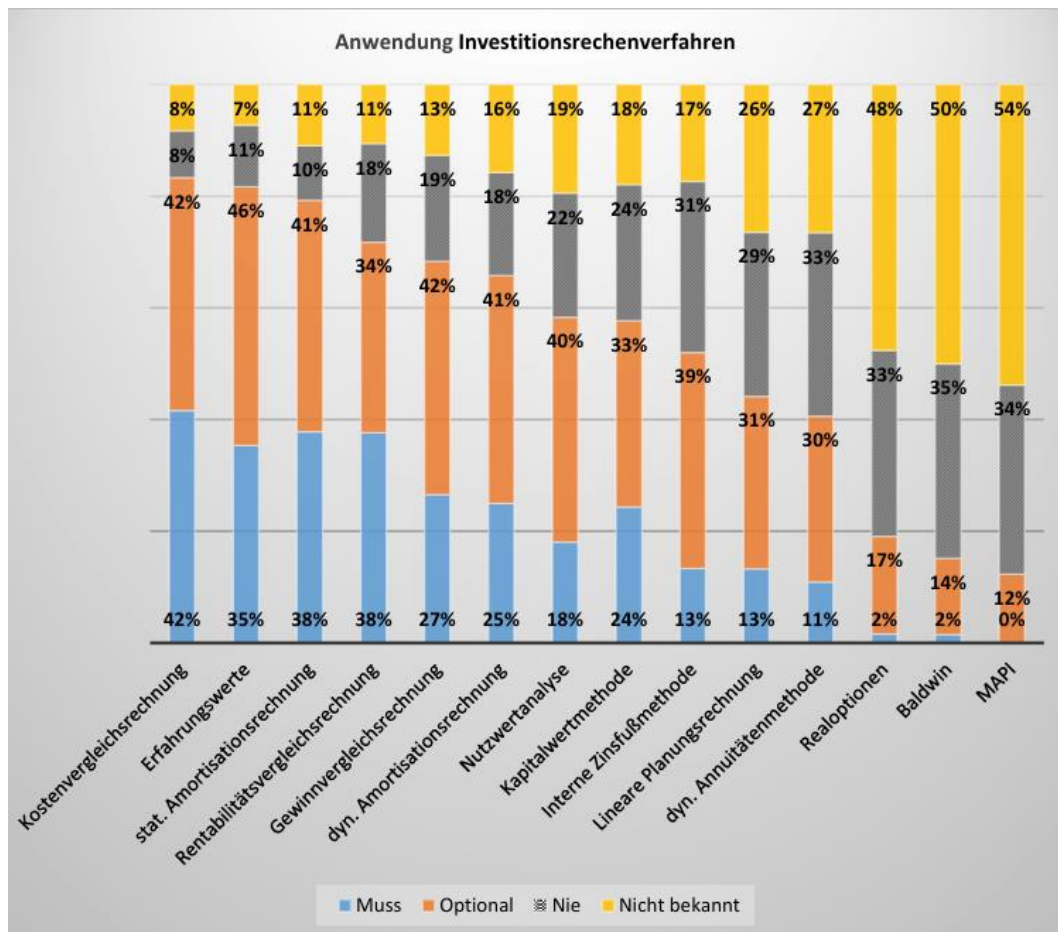


Abbildung 8: Anwendung Investitionsrechenverfahren

Quelle: Jonen, A./Harbrücker, U., Investitionsrechenverfahren in der Praxis, 2019, S. 42.

Man kann sehen, dass statische Investitionsverfahren noch relativ häufig Anwendung in der Praxis finden, obgleich diese nicht sehr genau sind.

Von den dynamischen Methoden werden vor allem die dynamische Amortisationsrechnung, so wie die Kapitalwertmethode verwendet.

Man kann der Statistik außerdem entnehmen, dass die Unternehmen mehrere Methoden zur Bewertung ihrer Investitionen parallel nutzen.

Investitionsbewertungsmethoden

In der Studie wird außerdem darauf eingegangen, wie sich die Anwendung der Investitionsrechnungsverfahren im Laufe der Jahre veränderte.

Es wird auf Untersuchungen, die in diesem Bereich seit den 1950er Jahren vorgenommen wurden, eingegangen.

In diesem Rahmen wurden Hypothesen zu den Veränderungen aufgestellt. Davon konnte unter anderem bestätigt werden, dass der Einsatz von dynamischen Methoden weiter zugenommen hat.

Eine Weiteres wichtiges Ergebnis, ist die Feststellung, dass die Methodenvielfalt ebenso über die letzten Jahrzehnte gestiegen ist.⁵⁵

Die Anzahl an Methoden, sowie der intensivere Einsatz von dynamischen Verfahren korreliert mit der Größe des Unternehmens.⁵⁶

In der Studie wurden außerdem Befragungen zum Thema Einbezug von Risiken in die Investitionsrechnung durchgeführt. Dabei kam sie zum Ergebnis, dass 70 % der Unternehmen Risiken in ihrer Investitionsanalyse berücksichtigen. Dabei ist die Unternehmensgröße ein entscheidender Faktor für die Anzahl der angewandten Methoden. Am häufigsten werden die Risikoanalyse (80 %), die Sensitivitätsanalyse (70 %) und die Anwendung eines Risikozuschlags beim Diskontierungsfaktor (69 %) verwendet.⁵⁷

3.2. Nachhaltige Bewertungsmethoden

Nun stellt sich die Frage, wie ökologische und soziale Kriterien in die Investitionsrechnung miteinbezogen werden können. Es soll analysiert werden, in wie fern sich die klassischen Verfahren eignen und wie diese angepasst werden können. Zudem werden weitere Verfahren vorgestellt, die sich besonders gut für diese Art von Investitionen eignen.

⁵⁵ Vgl. Jonen, A./Harbrücker, U., Investitionsrechenverfahren in der Praxis, 2019, S. 48 f.

⁵⁶ Vgl. Jörgen, R./Mays, V., Investitionsrechnungsverfahren früher und heute, 2018, S. 56.

⁵⁷ Vgl. Jonen, A./Harbrücker, U., Investitionsrechenverfahren in der Praxis, 2019, S. 2.

3.2.1. Nachhaltige Bewertungskriterien

Wie bereits im ersten Kapitel erwähnt, stellt die schwere Messbarkeit der Nachhaltigkeit ein erhebliches Problem bei der Integration von Nachhaltigkeitskriterien in die Investitionsrechnung dar. Bei einer Befragung im Rahmen einer Studie des Internationalen Controller Vereins zum Thema Green Controlling, wurde die Schwierigkeit der Messbarkeit und der daraus folgenden Erzeugung von Transparenz, als häufigste Herausforderung bei der Integration von ökologischen Aspekten in das Controlling genannt. Es gilt eine Lösung für das Bewertungs- und Messproblem zu entwickeln.⁵⁸

Zum einen gibt es Umweltaspekte, die nicht quantifizierbar sind. Diese müssen mit qualitativen Verfahren bewertet werden. Eine Einbindung in quantitative Verfahren ist nicht möglich, beziehungsweise müssen diese mit geeigneten Verfahren ergänzt werden.

Zum anderen gibt es Umweltaspekte die quantifizierbar sind, jedoch sollten diese laut dem Internationalen Controller Verein, in ihren physikalischen Einheiten bestehen bleiben. Grund dafür ist, dass die Transparenz über die wirklichen Mengenflüsse nicht mehr erhalten werden kann.⁵⁹ Das macht es umso schwieriger, diese Zahlen in die Methoden, die auf monetären Zahlen basieren, miteinzubeziehen. Es gilt Vorsicht bei der Bewertung.

Der Internationalen Controller Verein empfiehlt diese in eine erweiterte Investitionsrechnung mit der nachhaltigkeitsorientierte Nutzwertanalyse miteinzubeziehen.⁶⁰

Eine weitere Schwierigkeit stellt das Schätzen der Werte da, das zu ungenauen Ergebnissen führen kann.

Zu guter Letzt gibt es noch Bewertungskriterien, die monetarisiert werden, und direkt in die traditionellen Investitionsrechnungsverfahren miteinbezogen werden können.

Beispiele dafür wären Internalisierte Umwelt- und Sozialkosten.

Umweltkosten werden durch ein Unternehmen selbst durch Auswirkungen, die sich positiv oder negativ auf die Umwelt auswirken können, geschaffen.

⁵⁸ Vgl. *Internationaler Controller Verein, Green Controlling, 2011, S. 25f.*

⁵⁹ Vgl. *Controlling, F. G., Ansätze für die Controllingpraxis, 2015, S. 9.*

⁶⁰ Vgl. *Controlling, F. G., Ansätze für die Controllingpraxis, 2015, S. 10.*

Investitionsbewertungsmethoden

Diese Kosten sind dann Internalisiert, wenn sie vom Unternehmen übernommen werden. Wenn dies nicht der Fall ist, handelt es sich um externe Umweltkosten. Das selbe Prinzip gilt für die sozialen Kosten.

Die Kosten können sich in Ressourcenkosten, Duldungskosten und Kosten für Umweltschutz beziehungsweise verbesserte Arbeitssicherheit/Gesundheit unterscheiden.⁶¹

Externe Umweltkosten können beispielsweise in Form von Ausgleichszahlungen an Anwohner auftreten, die aufgrund von Transportverkehr Wertverluste ihrer Immobilien hinnehmen müssen. Ein Beispiel für eine externe Einzahlung könnte die Einsparung einer Kommune durch die Errichtung eines Betriebskindergartens sein.⁶²

In der folgenden Abbildung sieht man diese drei Arten von Nachhaltigkeitskriterien im Bezug auf die Bewertung:

nicht quantifizierbare	quantifizierbare Nachhaltigkeitskriterien	
qualitative Nachhaltigkeitskriterien	nicht monetarisierbar	monetarisierbar

Abbildung 9: Einteilung Nachhaltigkeitskriterien

Quelle: in Anlehnung an Schaltegger, S./Sturm, A., Ökologieorientierte Entscheidungen, 2000, S. 72.

Es ist deshalb wichtig zu untersuchen, in wie fern die Umweltaspekte monetarisiert werden können, da nur durch die effektive Einbindung der ökologischen Aspekte in die bestehenden Prozesse, Instrumente und Strukturen des Controllings, ein Unternehmen seine ökologische Nachhaltigkeitsleistung erfolgreich steuern kann.⁶³

⁶¹ Vgl. von Ahsen, A., Nachhaltigkeitscontrolling, 2022, S. 245.

⁶² Vgl. Sailer, U., Nachhaltigkeitscontrolling, 2022, S. 275.

⁶³ Vgl. Berlin, S./Schulze, M./Stehle, A., Umsetzung eines Green Controllings, 2014, S. 47.

Investitionsbewertungsmethoden

Im folgenden werden die Vor- und Nachteile einer Monetarisierung von ökologischen und sozialen Effekten erläutert:

Tabelle 3: Vor- und Nachteile einer Monetarisierung

Vorteile einer Monetarisierung:	Nachteile einer Monetarisierung:
<p><u>Prüfung der Auswirkungen</u></p> <p>Die Auswirkungen müssen gründlich überprüft werden, wodurch genaue und verbindliche Daten erforderlich werden.</p>	<p><u>Methodische Grenzen</u></p> <p>Häufig ist diese methodisch nicht durchführbar, was zu einer falschen Genauigkeit führen kann.</p>
<p><u>Vergleichbarkeit</u></p> <p>Sie ermöglicht den direkten Vergleich der Effekte unterschiedlicher Maßnahmen.</p>	<p><u>Verlust an Glaubwürdigkeit</u></p> <p>Wenn die Werte willkürlich oder manipuliert erscheinen, leidet die Glaubwürdigkeit.</p>
<p><u>Leichtere Integration</u></p> <p>Die vorhandenen (IT-)Tools und Methoden, können weiter im Rechnungswesen genutzt werden.</p> <p>Die Integration in das vorhandene Steuersystem ist möglich.</p>	<p><u>Problematische Vergleichbarkeit</u></p> <p>Es kann dazu verleiten, unterschiedliche Auswirkungen gegeneinander aufzurechnen, was im Widerspruch zum Konzept der „starken Nachhaltigkeit“ steht, bei der bestimmte ökologische und soziale Auswirkungen nicht gegeneinander aufgewogen werden sollten.</p>
<p><u>Erhöhte Aufmerksamkeit im Management</u></p> <p>Die Ergebnisse erhalten eine höhere Aufmerksamkeit im Management.</p>	

Quelle: Vgl. Sailer, U., Nachhaltigkeitscontrolling, 2022, S. 184.

3.2.2. Dynamische Bewertungsmethoden

Zunächst soll untersucht werden, in wie fern sich die „gängigen“ Bewertungsmethoden zur Bewertung von nachhaltigen Investitionen eignen.

Es muss für die Anwendung der dynamischen Verfahren der Diskontierungszinssatz, auch bekannt als Kalkulationszinsfuß, ermittelt werden.

Der Kalkulationszinsfuß ist ein entscheidender Faktor in der Investitionsrechnung. Er repräsentiert die Mindestverzinsung, die ein Investor subjektiv von einer Investition erwartet. Dieser Zinssatz wird verwendet, um zu berechnen, ob ein potenzielles Investitionsprojekt den Erwartungen des Investors hinsichtlich der Rentabilität entspricht.⁶⁴

Der Zinssatz wird ebenfalls von dem Risiko der Investition und der Zugehörigkeit des Unternehmens zu einer bestimmten Branche beeinflusst.⁶⁵

Dieser kann auf drei verschiedene Arten bestimmt werden:⁶⁶

1. Vergleich mit einer alternativen Investitionsmöglichkeit

Als Kalkulationszinssatz wird der Zinssatz herangezogen, den man erzielen könnte, wenn die verfügbaren Mittel in eine andere Anlageform oder ein alternatives Investitionsprojekt investiert würden. Beispielsweise könnte ein Investor den Betrag in eine sichere Bundesanleihe investieren und damit eine bestimmte Rendite erzielen. Da Investitionen in Unternehmen in der Regel mit einem höheren Risiko verbunden sind, wird dieser Zinssatz durch einen entsprechenden Risikoaufschlag ergänzt.

2. Ausrichtung am individuellen Renditeanspruch des Investors

Investoren legen selbst fest, welche Mindestverzinsung sie von einer Investition erwarten, und verwenden diesen Zinssatz als Kalkulationszinsfuß.

3. Anlehnung an die Finanzierungskosten des Unternehmens

Indem der Kalkulationszinssatz auf Basis des betriebsnotwendigen Kapitals berechnet wird. Ausgangspunkt für die Ermittlung des betriebsnotwendigen Kapitals sind die

⁶⁴ Vgl. Wöltje, J., Investitionsrechnung, 2022, S. 81 f.

⁶⁵ Vgl. Erichsen, J., Controlling-Instrumente, 2020, S. 110.

⁶⁶ Vgl. Rasse-Dahmann, W., Investitionsmanagement, 2011, S. 282 f.

Investitionsbewertungsmethoden

durchschnittlichen Vermögenswerte der Bilanz, wobei nicht betriebsnotwendige Posten ausgeschlossen und betriebsnotwendige, aber nicht bilanzierte Positionen hinzugefügt werden. Das so ermittelte betriebsnotwendige Kapital wird um das Abzugskapital, wie Lieferantenkredite und Kundenvorauszahlungen, reduziert. Der gewichtete Zinssatz wird anschließend durch die Bewertung des Eigenkapitalanteils mit dem Eigenkapitalzinssatz und des Fremdkapitalanteils mit den Fremdkapitalzinsen berechnet. Dieser Zinssatz wird auch als Weighted Average Cost of Capital (WACC) bezeichnet.⁶⁷

$$WACC = \frac{EK}{(EK + FK)} \cdot i_{EK} + \frac{FK}{(EK + FK)} \cdot i_{FK}$$

EK = Eigenkapital

FK = Fremdkapital

i_{EK} = Eigenkapitalkostensatz

i_{FK} = Fremdkapitalkostensatz

Der Eigenkapitalkostensatz kann in Anlehnung an das CAPM (capital asset pricing modell) berechnet werden:⁶⁸

$$i_{EK} = r_f + \beta \cdot (r_m - r_f)$$

r_f = risikofreier Zinssatz

β = Betafaktor gibt das individuelle Risikos der Unternehmens wieder

r_m = Marktrendite

$(r_m - r_f)$ = Markttrisikoprämie

Durch diesen Betafaktor ist es Möglich die Bewertung an die Investition anzupassen. Eine besonders nachhaltige Investition begrenzt das Risiko und kann sich dementsprechend auf den Zinssatz auswirken.⁶⁹

⁶⁷ Vgl. *Rasspe-Dahmann, W.*, Investitionsmanagement, 2011, S. 282 f.

⁶⁸ Vgl. *Wöltje, J.*, Investitionsrechnung, 2022, S. 83 f.

⁶⁹ Vgl. *Wöltje, J.*, Investitionsrechnung, 2022, S. 83 f.

Dynamische Verfahren

Da die Kapitalwertmethode ein sehr etabliertes Verfahren in der Investitionsrechnung ist, sollte geprüft werden, in wie fern man Nachhaltigkeitskennzahlen miteinbeziehen kann.

Die Methode rechnet mit Cashflows, weshalb zu beachten gilt, dass nur monetarisierte Werte in die Bewertung miteinbezogen werden können.

Bei den Ein- und Auszahlungen zu den jeweiligen Zeitpunkten können sich beispielsweise Ressourceneinsparungen oder höhere Verkaufszahlen aufgrund von einer höheren Nachfrage von nachhaltigen Produkten bemerkbar machen.

Weiter gilt zu prüfen, in wie fern die Nachhaltigkeit sich auf die Anschaffungsauszahlung, den Diskontierungszinssatz, so wie auf die Nutzungsdauer auswirkt.

Die Anschaffungsauszahlung wird berücksichtigt, das bedeutet die eventuell höheren Anschaffungskosten für beispielsweise eine nachhaltige Maschine können miteinbezogen werden.

Die Nutzungsdauer kann gegebenenfalls bei nachhaltigen Alternativen variieren. Eine höhere Nutzungsdauer würde den Kapitalwert positiv beeinflussen.

Es ist außerdem möglich den Diskontierungszinssatz, wie oben beschrieben anzupassen.

Somit können nur die Aspekte der Nachhaltigkeit in die Bewertung miteinbezogen werden, die monetarisiert werden können.

Um eine umfassende Bewertung der 3-Säulen vorzunehmen, müssen unter anderem noch externe Faktoren miteinbezogen werden.

Um diese in die Kapitalwertmethode als Cashflows berücksichtigen zu können, müssen diese zunächst monetarisiert werden, was jedoch bei vielen Aspekten schwer möglich ist.

Weitere Faktoren, die nicht monetarisiert werden können, müssen durch andere Methoden quantifiziert werden und dann zusätzlich zum Kapitalwert betrachtet werden. Faktoren, die überhaupt nicht quantifizierbar sind, können in geeigneten Verfahren betrachtet werden und separat in die Bewertung miteinbezogen werden.

Investitionsbewertungsmethoden

Eine bestimmte Ausprägung des Kapitalwerts, ist der „soziale Kapitalwert“. Dabei werden nicht nur monetarisierte Werte, die wirklich anfallen einbezogen, sondern auch die externen Umweltkosten. Dabei handelt es sich um Kosten, die nur fiktiv zur Kompensation hinzugefügt werden.⁷⁰

Ein Beispiel wie die Investitionsbewertung mit Bezug zur nachhaltig gestaltet werden kann, gibt es von Jörgen Erichsen. In seiner Beschreibung zu seiner Excel-Arbeitshilfe wird zunächst der Kapitalwert berechnet. In die Kapitalwertmethode können die Umweltbelastungen mitberücksichtigt werden. Diese werden in dem Beispiel berechnet aus Co2 Emissionen, Abfälle, Sondermüll, Lärm, Abwasser, andere Umweltkosten, Recyclingerlöse und andere Erlöse, zum Beispiel Papier. Gemessen wird in der entsprechenden Einheit und später in einen Geldwert umgerechnet. Auf diese Umrechnung wird nicht weiter eingegangen. Im nächsten Schritt werden die Werte aus der finanziellen Betrachtung in eine Punktwertanalyse mit weiteren Faktoren aufgenommen und gewichtet.

Diese weiteren Faktoren können beispielsweise Emissionen, Abfall/Ausschuss, Image, Arbeitsbelastung, Mitarbeiterzufriedenheit, Produktionsqualität sein. Die letzteren müssen qualitativ bewertet werden. Zum Schluss kann man durch diese Analyse mehrere Investitionen miteinander vergleichen, wobei diejenige mit der höchsten Bepunktung vorzuziehen ist.⁷¹

Für die interne Zinsfußmethode, die Annuitätenmethode und die dynamische Amortisationsrechnung gelten die selben Möglichkeiten, wie bei der Kapitalwertmethode Anpassungen für nachhaltige Investitionen durchzuführen. Durch Monetarisierung von Nachhaltigkeitswerten können diese einbezogen werden. Zum einen kann der Betrachtungszeitraum für nachhaltige Investitionen verlängert werden. Zum anderen besteht die Möglichkeit, den Diskontsatz anzupassen. Später wird nochmal genauer darauf eingegangen, wie sehr sich die jeweiligen Methoden eignen.

⁷⁰ Vgl. *Sailer, U.*, Nachhaltigkeitscontrolling, 2022, S. 275.

⁷¹ Vgl. *Erichsen, J.*, Investitionsbewertung, 2024.

3.2.3. Weitere Bewertungsmethoden

Neben den dynamischen Verfahren gibt es weitere Bewertungsmethoden, die sich für die Bewertung nachhaltiger Investitionen eignen.

Nutzwertanalyse

In dem Paper des Fachkreises Green Controlling wurde die nachhaltigkeitsorientierte Nutzwertanalyse als geeignetes Instrument vorgeschlagen. Diese ist in der Praxis einfach anzuwenden. Es wird vorgeschlagen diese neben den bereits existierenden Kennzahlen wie beispielsweise der Kapitalwertmethode zu verwenden. Die nachhaltigen und finanziellen Kriterien sollen separat erfasst werden, damit die Nachvollziehbarkeit der Ziele gewährleistet ist. Die Nutzwertanalyse sollte jedoch auf messbaren Daten, wie Energie- oder Wasserverbräuchen, basieren, um die Objektivität sicherzustellen. Es wird abgeraten Nachhaltigkeitseffekte zu monetarisieren, da die Preissetzung sehr subjektiv erfolgt und somit die Transparenz und Nachvollziehbarkeit nicht mehr sichergestellt ist.⁷²

Die Nutzwertanalyse, auch bekannt als Scoring-Modell, ist dafür geeignet qualitative Kriterien in die Bewertung von Investitionen miteinzubeziehen. Umgesetzt wird dies anhand der Definition von Ober- und Unterzielen. Diese können gewichtet werden, wovon der Fachkreis jedoch abrät, da alle Ziele gleich gewichtet werden sollen. Eine weitere Möglichkeit ist die Definition eines K.O. Kriteriums, nachdem die Investition bei nicht Erfüllung auf keinen Fall umgesetzt wird. Ein Beispiel für so ein Kriterium, könnte die Bedingung eines positiven Kapitalwertes sein.⁷³

Die Lebenszyklusanalyse

Die Lebenszyklusanalyse, im englischen bezeichnet als Life Cycle Assessment (LCA) oder auch bekannt als Umwelt-, - oder Ökobilanz, ist ein Analysetool, mit dem von einem Produkt über den ganzen Lebenszyklus alle Umweltauswirkungen erfasst werden können.

⁷² Vgl. *Controlling*, F. G., Ansätze für die Controllingpraxis, 2015, S. 10.

⁷³ Vgl. *Sailer, U.*, Nachhaltigkeitscontrolling, 2022, S. 279.

Investitionsbewertungsmethoden

Zur Durchführung der Ökobilanz gibt es die genormten internationalen ISO-Standards DIN EN ISO 14040 und DIN EN ISO 14044.⁷⁴

Demnach ist der erste Schritt das festlegen einer Definition des Zieles und des Untersuchungsrahmens.

Im zweiten Schritt der Ökobilanz wird eine Sachbilanz erstellt. Dabei liegt der Fokus auf der Datenerfassung, Datensammlung und der detaillierten Beschreibung dieser. Zudem werden die In- und Outputströme des betrachteten Systems erfasst.⁷⁵

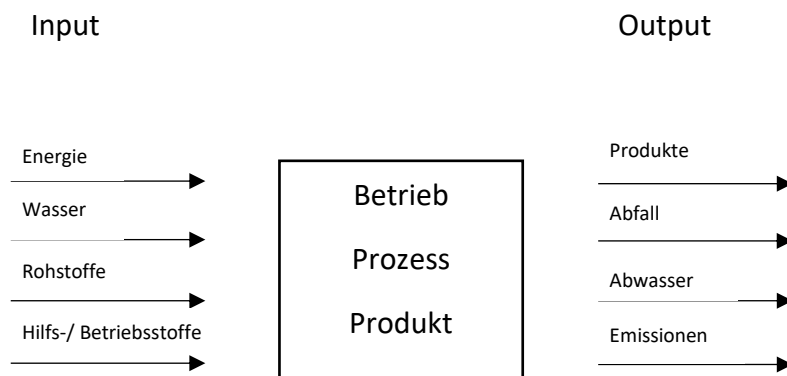


Abbildung 10: Ökologische In- und Outputgrößen einer Investition

Quelle: in Anlehnung an *Sailer, U., Nachhaltigkeitscontrolling, 2022, S. 211.*

Im dritten Schritt erfolgt eine Wirkungsabschätzung der Umweltauswirkungen. Dabei werden für die jeweiligen In- und Outputs festgestellt, ob und in welcher schweren die folgenden Wirkungskategorien vorliegen:

- „Ressourcenverbrauch (ADP),
- Ozonabbaupotential (ODP),
- Treibhauspotential (GWP).
- Versauerung (AP),
- Eutrophierung,
- Photooxidantienbildungspotential (POC),
- Humantoxizität (HTP) und
- Ökotoxizität (AETP und TETP)“⁷⁶

⁷⁴ Vgl. VDI - Zentrum Ressourceneffizienz, VDI, .

⁷⁵ Vgl. *Sailer, U., Nachhaltigkeitscontrolling, 2022, S. 211.*

⁷⁶ *Schmidt, J., Life Cycle Assessment, 2018, S. 196.*

Investitionsbewertungsmethoden

Im vierten und letzten Schritt findet eine Auswertung der Ökobilanz statt. Die Ergebnisse werden interpretiert und es werden Maßnahmen abgeleitet, mit denen man die Umweltbelastung verringert könnte. Es ist auch möglich die Ergebnisse in einer Spitzenkennzahl darzustellen.⁷⁷

Es gibt außerdem zwei Prinzipien, deren Beachtung wichtig bei der Erstellung der Ökobilanz sind:

Zum Ersten die umfassende Betrachtung der Umweltmedien: Es ist wichtig, alle relevanten Umweltauswirkungen auf Boden, Luft und Wasser zu berücksichtigen.

Zum Zweiten die integrierte Betrachtung der Stoffströme: Alle mit dem System verbundenen Stoffströme, einschließlich des Rohstoffeinsatzes, der Emissionen beim Entsorgen, dem Transport sowie der Energieerzeugung und weitere relevante Prozesse müssen berücksichtigt werden.⁷⁸

Zudem ist es möglich, die Kosten über den ganzen Lebenszyklus hinweg abzubilden, dies ist insbesondere für die Bewertung von nachhaltigen Investitionen wichtig, da dabei auch Wirkungen, die über die Nutzungsdauer hinausreichen, miteinbezogen werden. Wichtig ist in diesem Ansatz auch der Begriff des „cradle to grave“. Es werden alle Auswirkungen von der Wiege bis ins Grab berücksichtigt.⁷⁹

Wertschöpfungsrechnung

Bei der Wertschöpfungsrechnung geht es darum herauszufinden, wer von der Wertschöpfung am meisten profitiert. Dadurch kann man feststellen, in wie fern eine Maßnahme beispielsweise den Mitarbeitern dient. Damit könnte der soziale Faktor in der Investitionsentscheidung mitberücksichtigt werden.

Es ist also nicht nur der finanzielle Vorteil entscheidend, sondern es wird auch berücksichtigt wer von den Stakeholdern profitiert. Es ist wichtig, dass alle beteiligten Stakeholder, die an der Wertschöpfung der Investition beteiligt sind, berücksichtigt werden.⁸⁰

⁷⁷ Vgl. Sailer, U., Nachhaltigkeitscontrolling, 2022, S. 211.

⁷⁸ Vgl. VDI - Zentrum Ressourceneffizienz, VDI, .

⁷⁹ Vgl. Kimbro, M. B., Integrating Sustainability, 2013, S. 108 f.

⁸⁰ Vgl. Sailer, U., Nachhaltigkeitscontrolling, 2022, S. 274.

Aber es wird nicht beachtet, wie die Wertschöpfung stattfindet, dies bedeutet, dass eventuell negative soziale Faktoren nicht berücksichtigt werden.

Die Wertschöpfungsrechnung ist eins der Mittel, mit dem der „Social Impact“ einer Investition bestimmt werden kann.

Ökologische Rückzahlungsdauer

Die ökologische Rückzahlungsdauer ist ein Tool zur Messung der Effizienz einer Investition. Es wird berechnet, wann die Schäden, die durch die Herstellung und Inbetriebnahme der Investition entstanden sind, sich durch Einsparung während der Nutzungsphase ausgeglichen haben.⁸¹

$$\text{Rückzahlungsdauer} = \frac{\text{verursachte Schadschöpfung der Investition}}{\text{jährliche Schadstoffeinsparung während der Nutzung}}$$

Die Investition ist dann ökologisch Vorteilhaft, wenn die Nutzungsdauer nicht kleiner als die Rückzahlungsdauer ist. Wenn diese doch kleiner ist, lohnt sich die Investition nicht, da der Schaden für die Umwelt größer wäre als der Nutzen.

Es ist auch möglich die Rückzahlungsdauer einzelner Schadstoffe zu berechnen, was die Berechnung um einiges vereinfachen würde. Statt mit der Zeitdauer können auch mit Leistungsmengen gerechnet werden. So wäre diese Methode sehr geeignet um festzustellen, ob sich beispielsweise eine Flotte aus elektrischen Fahrzeugen lohnen würde. Die Berechnung bezieht sich dann auf den Verbrauch oder den CO₂-Ausstoß bezogen auf die Laufleistung. Somit kann die Umweltverträglichkeit am besten gemessen werden.

Der Energieverbrauch eines Fahrzeugs wird in Litern pro 100 Kilometer angegeben, während der CO₂-Ausstoß in Gramm pro Kilometer gemessen wird. Da die Fahrleistung zwischen den Fahrzeugen unterschiedlich ist, ist es weniger sinnvoll, den Verbrauch oder den Ausstoß pro Jahr anzugeben. Stattdessen ist es effizienter, diese Werte auf die Strecke zu beziehen, um einen aussagekräftigen Vergleich zu ermöglichen.⁸²

⁸¹ Vgl. Schaltegger, S./Sturm, A., Ökologieorientierte Entscheidungen, 2000, S. 193f.

⁸² Vgl. Sailer, U., Nachhaltigkeitscontrolling, 2022, S. 276f.

3.2.4. Bewertung von Investitionen unter Unsicherheit

Besonders im Hinblick auf die Nachhaltigkeit bei Investitionsentscheidungen ist die Berücksichtigung von Unsicherheiten relevant.

Dadurch, dass diese häufig langfristig angelegt sind, kann es zu Unsicherheiten bezüglich der Technik, Umweltregulatorien und zahlreichen weiteren externen Gegebenheiten kommen, auf die das Unternehmen selber keinen Einfluss hat.

Unsicherheit lässt sich in Ungewissheit und Risiko unterscheiden. Wobei bei der Ungewissheit keinerlei Wahrscheinlichkeiten für das Eintreten von Umweltzuständen bekannt ist.⁸³

Sensitivitätsanalyse

Bei der Sensitivitätsanalyse werden verschiedene Rechenelemente variiert. So wird untersucht, wie sich die Ergebnisse der dynamischen Investitionsrechnung beispielsweise der Kapitalwertmethode, bei Änderung von Parametern, verändern.

Diese Parameter könnten in dem Fall unter anderem die Ein- und Auszahlungen, die Nutzungsdauer, so wie der Diskontierungszinssatz sein.⁸⁴

Die Sensitivitätsanalyse kann zusätzlich zu den klassischen Investitionsrechenverfahren angewandt werden. Das Verfahren untersucht wie sich die Ergebnisse der Investitionsrechnung verändern, wenn sich die Inputgrößen verändert.

Bei dieser Methode werden keine Eintrittswahrscheinlichkeiten in die Berechnung miteinbezogen.⁸⁵

Risikoanalyse

Die Chancen- und Risikoanalyse sollte immer in die Investitionsbewertung miteingezogen werden.⁸⁶

Im Rahmen der Risikoanalyse erfolgt eine Darstellung der potenziellen Werte unsicherer Inputgrößen mittels Wahrscheinlichkeitsverteilungen.

⁸³ Vgl. *Bieg, H./Kußmaul, H./Waschbusch, G.*, Investition, 2016, S. 186.

⁸⁴ Vgl. *Burger, A.*, Grundlagen, 2024, S. 128.

⁸⁵ Vgl. *Burger, A.*, Grundlagen, 2024, S. 132.

⁸⁶ Vgl. *Controlling, F. G.*, Ansätze für die Controllingpraxis, 2015, S. 10.

Investitionsbewertungsmethoden

Hierbei werden sowohl die Beziehungen zwischen den verschiedenen Inputgrößen als auch die Beziehungen zwischen den Inputgrößen und der Zielgröße berücksichtigt. Auf dieser Basis wird eine entsprechende Wahrscheinlichkeitsverteilung für die Zielgröße abgeleitet, welche die möglichen Ausprägungen derselben beschreibt.⁸⁷

Die Risikoanalyse kann in folgenden Schritten durchgeführt werden:⁸⁸

1. Entwicklung eines Entscheidungsmodells
2. Bestimmung der Wahrscheinlichkeitsverteilungen für unsichere Inputgrößen
3. Berücksichtigung stochastischer Abhängigkeiten zwischen den unsicheren Inputgrößen
4. Berechnung einer Wahrscheinlichkeitsverteilung für die Outputgröße
5. Interpretation der Ergebnisse

Die Risikoanalyse ermöglicht es nicht nur Risiken der ökonomischen Nachhaltigkeit miteinzubeziehen, sondern es ist ebenso möglich Risiken der ökologischen Nachhaltigkeit, wie beispielsweise regulatorische Risiken, wie neue Umweltauflagen oder technologische Risiken, wie Entwicklungen im Bereich der erneuerbaren Energien zu betrachten.

Entscheidungsbaum

Der Entscheidungsbaum ist ein Instrument, welches dafür geeignet ist verschiedene Szenarien, Unsicherheiten und Entscheidungen systematisch zu analysieren und darzustellen. Es werden die verschiedenen Stufen der Entscheidungsfindung berücksichtigt. Diese Folgeentscheidungen werden aufgrund von Zustandsveränderungen der Umwelt getroffen. Im Entscheidungsbaum werden diese grafisch dargestellt. Jeder Pfad besteht aus einem Entscheidungsknoten, so wie einen Zufallsknoten der zu einem Endpunkt (Ergebnisknoten) führt. Jeder Pfad repräsentiert eine getroffene Entscheidung. Ziel ist es mit der Hilfe geeigneter Methoden, den bestmöglichen Pfad, der zur optimalsten Lösung führt zu wählen.⁸⁹

⁸⁷ Vgl. *Schindel, V.*, Risikoanalyse, 1977. zitiert nach *Götze, U.*, Investitionsrechnung, 2014, S. 400.

⁸⁸ Vgl. *Diruf, G.*, Die quantitative Risikoanalyse, 1972, S. 823 ff. sowie *Hertz, D. B./Thomas, H.*, Risk Analysis, 1983, S. 296 ff., Vgl. *Lüder, K.*, Risikoanalyse, 1979, S. 224 ff., *Marettek, A.*, Arbeitsschritte, S. 141. zitiert nach *Götze, U.*, Investitionsrechnung, 2014, S. 400 f.

⁸⁹ Vgl. *Bieg, H./Kußmaul, H./Waschbusch, G.*, Investition, 2016, S. 211.

Es ist im Rahmen der Szenarien möglich, verschiedene Entwicklungen der Nachhaltigkeitskriterien wie beispielsweise Veränderungen der Energiepreise oder politische Maßnahmen wie Subventionen, in die Investitionsentscheidung miteinzubeziehen.

Außerdem spielt bei Nachhaltigkeit die Langfristigkeit von Investitionen eine große Rolle.

Es gibt die folgenden drei Verfahrensschritte zur Anwendung des Entscheidungsbaums bei einer Investitionsentscheidung:⁹⁰

1. Strukturierung des Entscheidungsbaumes: Hierbei werden die verfügbaren Entscheidungsoptionen, Zeitpunkte der Entscheidungen, mögliche Zufallsereignisse und alternative Umweltzustände festgelegt, die in den verschiedenen Phasen auftreten können. Entscheidungsoptionen beziehen sich auf alternative Investitionsprojekte, während Zufallsereignisse zum Beispiel eine Änderung der Nachfrage sein könnten. Diese hätte Konsequenzen auf die voraussichtliche Absatzmenge.
2. Ermittlung der relevanten Größen: Für jedes Investitionsprojekt werden die notwendigen Investitionskosten ermittelt, die Rückflüsse für die unterschiedlichen Umweltzustände berechnet und die Wahrscheinlichkeitsverteilung der möglichen Umweltzustände geschätzt.
3. Bestimmung der optimalen Entscheidung: Zu Beginn des Planungszeitraums wird die optimale Investitionsentscheidung getroffen. Dabei dient häufig der Erwartungswert des Kapitalwerts als Entscheidungskriterium.

Der Pfad mit dem höchsten Kapitalwert ist diesem Ansatz nach der Vorteilhafteste.

Durch den Entscheidungsbaum kann man hervorragend nachhaltige Investitionen abbilden. Man kann die alternativen Umweltzustände sehr gut verwenden, um auch die sozialen und ökologischen Auswirkungen zu betrachten. Zudem ist es Machbar, Entscheidungen in der Zukunft zu planen. Diese Flexibilität ist besonders bei langfristigen nachhaltigen Investitionen gefragt, da es noch viele Unsicherheiten und Änderungen in der Zukunft geben kann.

⁹⁰ Vgl. Bieg, H./Kußmaul, H./Waschbusch, G., Investition, 2016, S. 211 f.

Realoptionen

Die Realoptionspreistheorie ist ein Konzept, das ursprünglich im Finanzbereich für die Bewertung von Finanzoptionen entwickelt wurde. Dieses Modell ermöglicht es Unternehmen, unsicheren Erwartungen und sich verändernden Umweltbedingungen flexibel zu begegnen. Durch die Nutzung der Flexibilität in den Handlungsspielräumen können Unternehmen ihre Entscheidungen anpassen, um auf Unsicherheiten gezielt zu reagieren.⁹¹

Die klassischen Investitionsverfahren berücksichtigen diese Flexibilität nicht, was bei Investitionen in die Umwelt von großer Wichtigkeit ist.⁹²

Realoptionen können folgendermaßen klassifiziert werden:⁹³

1. Erweiterungs- und Wachstumsoptionen (Call-Option)
2. Aufschuboptionen (Call-Option)
3. Abbruch- und Verkleinerungsoptionen (Put-Option)
4. Wechseloptionen (Call- und Put-Optionen)

Diese Wechseloptionen können auch eine Option für ein Technologiewechsel sein. Diese sind oft bei nachhaltigen Investitionen der Fall. Durch den Einsatz der Realoption, ist es möglich, die Kosten zu berücksichtigen, die mit der möglichen Umkehrbarkeit des Projekts verbunden sind.⁹⁴

Im folgendem werden die Parameter von den Aktienoptionen auf die realen Optionen übertragen:

⁹¹ Vgl. *Breuer, W.*, Investitionsentscheidung bei Risiko, 2001, S. 231; Vgl. *Götze, U.*, Investitionsrechnung, 2014, S. 420.

⁹² Vgl. *Chesney, M./Gheysens, J./Taschini, L.*, Environmental Finance and Investments, 2013, S. 103.

⁹³ Vgl. *Koller, T.*, Valuation, 2010, S. 687 ff.

⁹⁴ Vgl. *Chesney, M. u.a.*, The Finance of Environmental Investments, 2016, S. 107.

Investitionsbewertungsmethoden

Tabelle 4: Übertragung der Parameter auf Realloptionen

Risikofaktoren	Finanzoption (z. B. Aktienoption)	Realloption (Investition)
S	Aktienpreis	Barwert der erwarteten Cashflows aus der Investition
X	Ausübungspreis der Option	Investitionsausgabe(Anschaffungskosten)
σ	Volatilität des Aktienpreises	Volatilität der erwarteten Cashflows
T	Laufzeit der Option	Zeitdauer der Investitionsmöglichkeit
r_f	risikoloser Zinssatz	risikoloser Zinssatz
Div	Dividenden	entgangene Cashflows

Quelle: in Anlehnung an *Mondello, E.*, Realloptionen, 2022, S. 1001.

Die zwei folgenden Ansätze werden am häufigsten in der Praxis zur Optionspreisbestimmung genutzt. Der Ansatz nach Black und Scholes sowie das Binomial-Modell von Cox, Ross und Rubenstein.⁹⁵

Das Black-Scholes-Modell ist ein zeitkontinuierliches Bewertungsmodell, das speziell für europäische Call-Optionen entwickelt wurde.⁹⁶ Es gehört zu den analytischen Verfahren und ermöglicht die Bewertung durch eine konkrete Formel.⁹⁷

$$OP_C = S \cdot e^{-\varphi \cdot \tau} \cdot N(d_1) - X \cdot e^{-r \cdot f \cdot \tau} \cdot N(d_2)$$

mit

$$d_1 = \frac{\ln \frac{S}{X} + \left(r_f - \varphi + \frac{\sigma^2}{2} \right) \cdot \tau}{\sigma \sqrt{\tau}}$$

und

$$d_2 = d_1 - \sigma \sqrt{\tau}$$

⁹⁵ Vgl. *Hilzenbecher, U.*, Realloptionen in Investitions- und Wettbewerbsstrategien, 2002, S. 245.

⁹⁶ Vgl. *Black, F./Scholes, M.*, The pricing of options, 1973, S. 640 ff.

⁹⁷ Vgl. *Weskamp, M.*, Investitionsbewertung zur Steigerung der Ökoeffektivität, 2018, S. 76 f.

Und Analog dazu der Wert einer Put-Option:

$$OPp = -S \cdot e^{-\varphi\tau} \cdot N(-d_1) + x \cdot e^{-rf\tau} \cdot N(-d_2)$$

OPc = Call-Option

OPp = Put-Option

S = Basiswert

σ = Volatilität

X = Ausübungspreis

τ = Laufzeit der Option

rf = risikoloser Zinssatz

φ = Wertverlust

(N(x)) = Standardnormalverteilung

Beim Binomialmodell wird die gesamte Laufzeit der Investition in einzelne Perioden (n) aufgeteilt.

In jeder Periode gibt es einmal den Fall, dass sich der Wert der Investition erhöht oder sinkt. Dies kann anhand einem Wahrscheinlichkeitsfaktor q oder dessen gegen Wahrscheinlichkeit (1-q) steigen oder sinken. Die Höhe wird anhand des Faktors u bei Steigung und beim Fall d = 1/u festgelegt.⁹⁸

Wenn der Projektwert um den Faktor u steigt, hat die Call-Option zum Ausübungszeitpunkt den Wert OPcu. Fällt der Projektwert hingegen um den Faktor d, beträgt der Wert der Option OPcd. Dabei wird die frei gewählte Wahrscheinlichkeit q durch die risikoneutrale Wahrscheinlichkeit p ersetzt.

$$p = \frac{(1 + r_f) - d}{u - d}$$

$$OP_{C1} = \frac{p \cdot OP_{cu} + (1 - p) \cdot OP_{cd}}{1 + r_f}$$

⁹⁸ Vgl. Cox, J. C./Ross, S. A./Rubinstein, M., Option pricing, 1979, S. 229 ff.

Die Realoption eignet sich insbesondere zur Bewertung von nachhaltigen Investitionen, da sie eine Möglichkeit bietet die Flexibilität der Entscheidungsfindung in der Bewertung zu berücksichtigen. Man hat beispielsweise die Möglichkeit sehr große Investitionen, die von großer Unsicherheit geprägt sind, in mehrere Investitionen einzuteilen und so eine Entscheidung, Schrittweise zu treffen. Das ist besonders relevant, da sich die Bedingungen sehr schnell ändern können. Genau so ist es möglich die Investition so zu betrachten, dass auch ein Abbruch in betracht gezogen werden kann. Außerdem muss der Investitionszeitpunkt nicht als absolut betrachtet werden.

In der folgenden Abbildung von Mader kann man erkennen, wie sich der Kapitalwert (NPV) und die Volatilität ($\sigma \sqrt{t}$) bezüglich des Investitionszeitpunktes interpretieren lassen. Die Investition wird zur Veranschaulichung mit einem Tomatengarten verglichen.

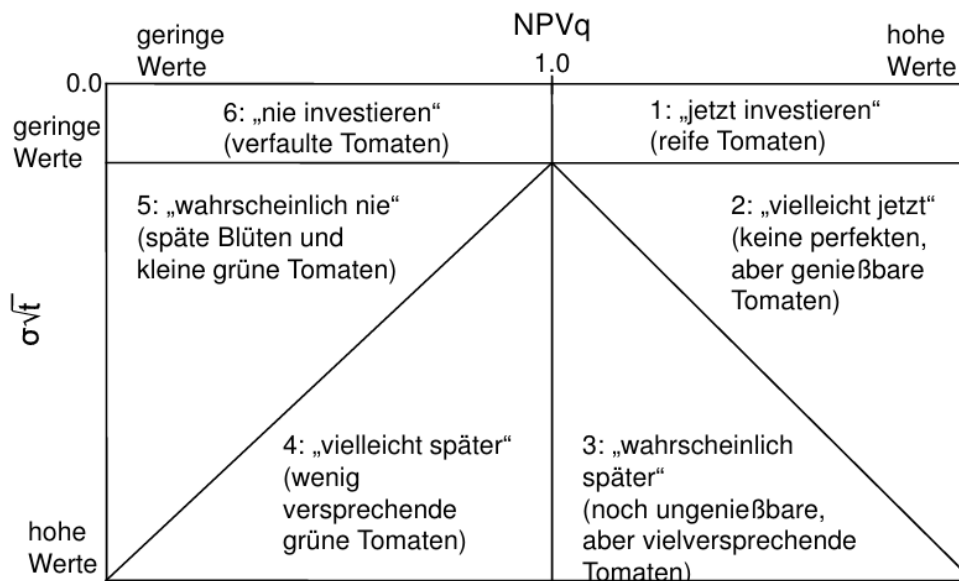


Abbildung 11: Bewertung von Realoptionen „Der Tomatengarten“

Quelle: Mader, R., Realoptionsansatz, 2000.

4. Fallbeispiele

Im Folgenden werden verschiedene Verfahren anhand konkreter Beispiele dargestellt, um zu verdeutlichen, wie diese Methoden angewandt werden können.

Es werden Beispiele zum Punkt 3.2.2 so wie 3.2.3 folgen, um die Arbeit in einem angemessenen Rahmen zu halten. Auf die Eignung der Methoden, zur Bewertung unter Unsicherheit, soll später ohne ein konkretes Beispiel eingegangen werden.

Kapitalwertmethode

Im folgenden Beispiel wird der Kapitalwert, für eine Investition in eine neue Maschine, berechnet. Es gibt zwei Alternativen:

Eine konventionelle Maschine, die mit bewährten Technologien ausgestattet ist, sowie eine nachhaltigere Maschine, die moderne Technologien, die zu einem niedrigeren Energie- und Ressourcenverbrauch führt, nutzt.

Es wird von folgenden Annahmen ausgegangen:

Alternative 1:	Alternative 2:
Anschaffungskosten: 50.000€ Nutzungsdauer: 6 Jahre Diskontierungssatz: 9%	Anschaffungskosten: 70.000€ Nutzungsdauer: 8 Jahre Diskontierungssatz: 7%

Der Diskontierungssatz wird mit Berücksichtigung des Risikos angepasst.

In den Zahlungsströmen wurden monetarisierte Nachhaltigkeitskennzahlen miteinbezogen.

Die Nutzungsdauer wurde für die nachhaltige Maschine höher eingeschätzt.

Fallbeispiele

Kapitalwertmethode									
Alternative 1 (normale Produktionsmaschine)									
Diskontierungssatz (I)	9%								
Periode (T)	t ₀	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄	t ₅	t ₆		
Kaufpreis (A ₀)	50.000 €								
Einzahlungen (E _t)	0	45.000 €	43.000 €	48.000 €	50.000 €	52.000 €	51.000 €		
Auszahlungen (A _t)	0 €	29.000 €	27.000 €	24.000 €	26.000 €	25.000 €	23.000 €		
Einzahlungsüberschuss (EZÜ _t)	-50.000 €	16.000 €	16.000 €	24.000 €	24.000 €	27.000 €	28.000 €		
Abzinsfaktor	1	0,917431193	0,841679993	0,77218348	0,708425211	0,649931386	0,596267327		
Barwert	-50.000 €	14.679 €	13.467 €	18.532 €	17.002 €	17.548 €	16.695 €		
Kapitalwert									47.924 €
Alternative 2 (nachhaltige Produktionsmaschine)									
Diskontierungssatz (I)	7%								
Periode (T)	t ₀	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄	t ₅	t ₆	t ₇	t ₈
Kaufpreis (A ₀)	70.000 €								
Einzahlungen (E _t)	- €	30.000,00 €	37.000,00 €	60.000,00 €	65.000,00 €	55.000,00 €	43.000,00 €	40.000,00 €	35.000,00 €
Umweltkosten*		1.500,00 €	1.300,00 €	1.400,00 €	1.200,00 €	1.500,00 €	1.400,00 €	1.400,00 €	1.400,00 €
Auszahlungen (A _t)		15.000,00 €	17.000,00 €	30.000,00 €	30.000,00 €	32.000,00 €	34.000,00 €	28.000,00 €	29.000,00 €
Einzahlungsüberschuss (EZÜ _t)	-70.000 €	16.500,00 €	21.300,00 €	31.400,00 €	36.200,00 €	24.500,00 €	10.400,00 €	13.400,00 €	7.400,00 €
Abzinsfaktor	1,00000	0,93458	0,87344	0,81630	0,76290	0,71299	0,66634	0,62275	0,58201
Barwert	-70.000 €	15.421 €	18.604 €	25.632 €	27.617 €	17.468 €	6.930 €	8.345 €	4.307 €
Kapitalwert									€ 54.109,30

Abbildung 12: Berechnung Kapitalwert

Interner Zinsfuß

Der interne Zinsfuß beträgt für die beiden Investitionsalternativen:

Alternative 1: ≈33%

Alternative 2: ≈26%

Aufgrund des hohen Rechenaufwands wurde die Berechnung mit der Excel-Funktion XINTZINSFUSS(Werte; Zeitpkte;[Schätzwert]) vorgenommen.

Annuitätenmethode

Alternative 1:

$$47.924x \frac{1,09^6 \cdot 0,09}{1,09^6 - 1} = 10.683,21$$

Alternative 2:

$$54,109,3x \frac{1,07^8 \cdot 0,07}{1,07^8 - 1} = 9.061,56$$

Fallbeispiele

Dynamische Amortisationsrechnung

Periode (T)	t ₀	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄	t ₅	t ₆
Barwert	-50.000 €	14.679 €	13.467 €	18.532 €	17.002 €	17.548 €	16.695 €
Kumulierte Barwerte	-35.321 €	-21.854 €	-3.322 €	13.680 €	31.229 €	47.924 €	47.924 €

Abbildung 13: Dynamische Amortisationsrechnung Alternative 1

$$3 + \frac{-3.322}{-3.322 - 13.680} \approx 3,2 \text{ Jahre}$$

Periode (T)	t ₀	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄	t ₅	t ₆	t ₇	t ₈
Barwert	-70.000 €	15.421 €	18.604 €	25.632 €	27.617 €	17.468 €	6.930 €	8.345 €	4.307 €
Kumulierte Barwerte	-54.579 €	-35.975 €	-10.343 €	17.273 €	34.742 €	41.671 €	50.016 €	54.323 €	54.323 €

Abbildung 14: Dynamische Amortisationsrechnung Alternative 2

$$3 + \frac{-10.343}{-10.343 - 17.273} \approx 3,37 \text{ Jahre}$$

Nutzwertanalyse

Säule	Kriterien	Gewichtung	Alternative 1		Alternative 2	
			Punkte(0-10)	Punktzahl	Punkte (0-10)	Punktzahl
Ökonomie	Kapitalwert	0,2	6	1,2	8	1,6
	Interner Zinsfuß	0,15	7	1,05	8	1,2
	Annuität	0,15	6	0,9	5	0,75
Ökologie	Energieverbrauch	0,15	3	0,45	7	1,05
	CO2-Emissionen	0,1	5	0,5	8	0,8
	Ressourceneffizienz	0,1	6	0,6	7	0,7
Soziales	Arbeitsplatzsicherheit	0,1	6	0,6	8	0,8
	Mitarbeiterzufriedenheit	0,02	8	0,16	3	0,06
	Imagewirkung	0,03	6	0,18	9	0,27
Nutzwert		1		5,64		7,23

Abbildung 15: Nutzwertanalyse

Wertschöpfungsrechnung

Ein Beispiel für die Wertschöpfungsrechnung aus dem Jahresbericht von BMW.

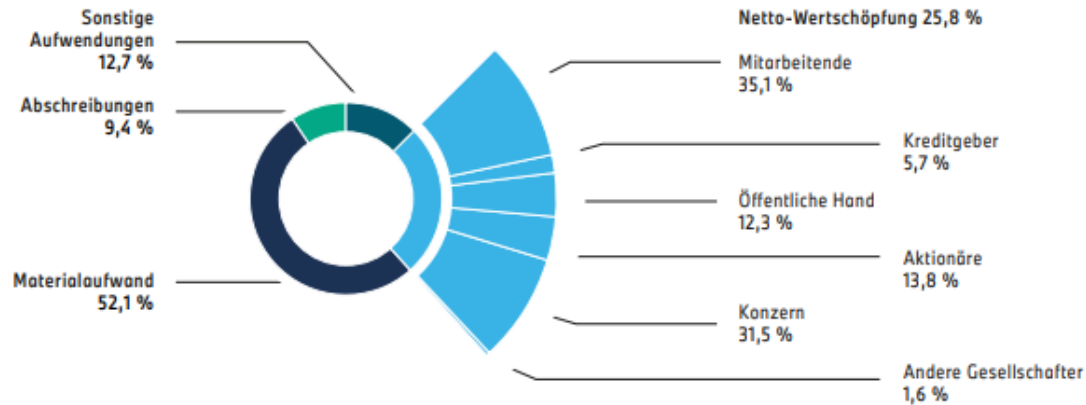


Abbildung 16: BMW Group Wertschöpfung 2022

Quelle: Group, B., BMW Group Bericht, 2022.

Die ökologische Rückzahlungsdauer

Ein Unternehmen überlegt ein älteres Auto gegen ein neues elektrisches Fahrzeug auszutauschen. Mit Hilfe der Rechnung der ökologischen Rückzahlungsdauer kann berechnet werden, ab welchem Zeitpunkt sich das Auto im Bezug auf die Umweltbelastung (CO₂-Einsparung) lohnt.

Das E-Auto verursacht bei der Herstellung 5 Tonnen CO₂, pro km sind es 100gramm CO₂.

Das ältere Auto verursacht pro km 150gramm CO₂.

Es wird mit einer Laufleistung von 10.000km gerechnet.

$$(150g \times 10.000km) - (100g \times 10.000km) = 5.000kg$$

Die jährliche Einsparung beträgt $5.000kg \frac{CO_2 \text{ Ausstoß der Herstellung}}{CO_2 \text{ Einsparung pro Jahr}}$

$$\frac{5.000kg}{500kg} = 10 \text{ Jahre}$$

Nach 10 Jahren würde sich die Anschaffung des neuen Fahrzeugs im Bezug auf die CO₂-Einsparungen rechnen.⁹⁹

⁹⁹ Vgl. Sailer, U., Nachhaltigkeitscontrolling, 2022, S. 277.

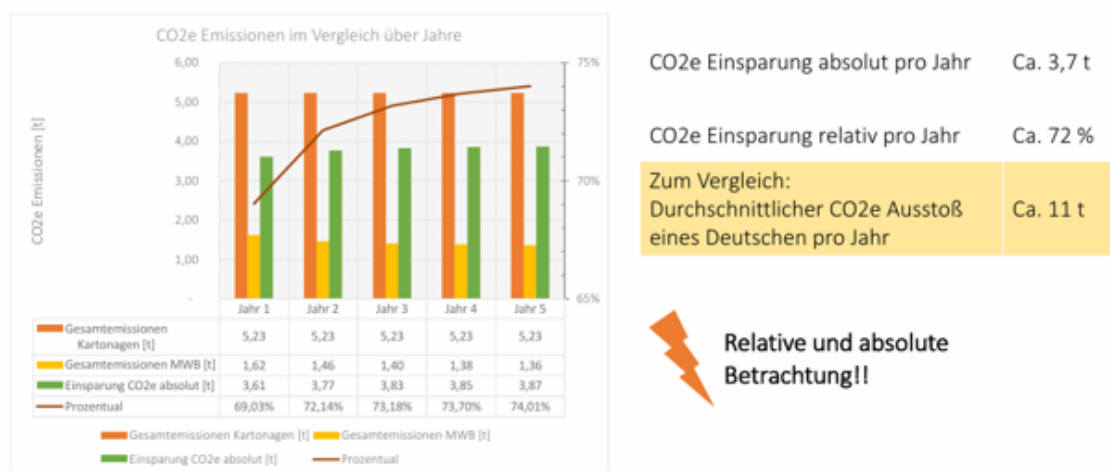
Fallbeispiele

Lebenszyklusanalyse

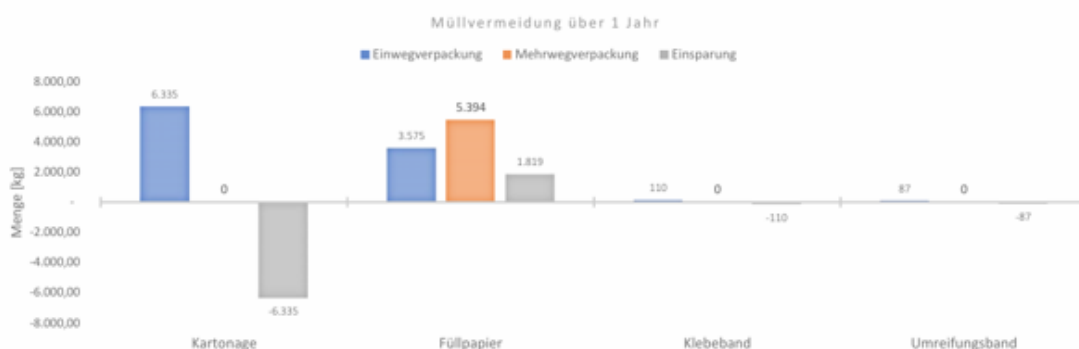
Ein Beispiel, wie diese zur Messung der Nachhaltigkeit eingesetzt werden kann wäre der Vergleich von einem Mehrwegsystem für Verpackungen zu herkömmlichen Kartonagen.¹⁰⁰

Dabei soll die Müllentstehung so wie die CO₂-Emissionen, die bei einer Cradle-to-Grave Betrachtung mit Einbezug der Transporte anfallen.

TEILERGEBNIS ÖKOLOGISCHE BETRACHTUNG



TEILERGEBNIS MÜLLENTSTEHUNG



Gesamteinsparung Müll pro Jahr nur ca. 4,7 t, da 1,8 t mehr Füllpapier für die Verpackung in MWB benötigt werden.

Abbildung 17: Teilergebnisse einer Lebenszyklusanalyse

Quelle: Treu, E. M., Machbarkeitsstudie, 2019.

¹⁰⁰ Treu, E. M., Machbarkeitsstudie, 2019.

5. Diskussion der Ergebnisse

5.1. Interpretation der Ergebnisse

Die Kapitalwertmethode eignet sich gut um auch nachhaltige Kriterien miteinzubeziehen. Der Kapitalwert der nachhaltigeren Investition hat besser abgeschnitten.

Das selbe gilt genau so für den internen Zinsfuß.

Die Annuitätenmethode ist sehr anschaulich und gut zur Kommunikation geeignet. Jedoch wirkt sich die Nutzungsdauer auf das Ergebnis aus. In dem Fall wäre der Vergleich, da die Investitionen eine unterschiedliche Nutzungsdauer haben, weniger sinnvoll.

Die dynamische Amortisationsrechnung liefert für die nicht nachhaltige Investition ein besseres Ergebnis. Das liegt daran, dass die Investitionskosten zu Beginn höher sind. Das sollte beachtet werden, da die nachhaltige Option langfristig trotzdem zu einem höheren Kapitalwert führt und somit rentabler ist.

Bei der Nutzwertanalyse kann man sehen, dass die zweite Alternative eine höhere Punktzahl erzielt und somit vorteilhafter wäre. Was dabei aber zu beachten gilt, ist das viele der Bewertungen, so wie die Gewichtung der einzelnen Kriterien subjektiv vorgenommen werden. Insgesamt ist es aber eine gute Möglichkeit qualitative Faktoren auf eine einfache Art und Weise miteinzubeziehen.

Wie man in dem Beispiel der BMW-Group sehen kann, ist durch die Verwendung der Wertschöpfungsrechnung gut ersichtlich, wer am meisten von den Unternehmungen profitiert. Übertragen auf den Einsatz zur Bewertung einer nachhaltigen Investition, ist es dadurch sehr gut möglich zu erkennen, wer von den Stakeholdern am meisten profitiert.

Diskussion der Ergebnisse

Die ökologische Rückzahlungsdauer betrachtet in diesem Beispiel lediglich die CO₂ Werte der beiden Investitionsalternativen. Die Ergebnisse können dazu beitragen, eine Entscheidung hinsichtlich der ökologischen Nachhaltigkeit zu treffen.

Wie man in den Teilergebnissen der Untersuchung sehen kann, trägt die Lebenszyklusanalyse maßgeblich dazu bei, verschiedene Investitionen über den gesamten Lebenszyklus, zu betrachten. Damit erhält man eine umfassende Bewertung der ökologischen Faktoren.

5.2.Nutzen und Grenzen

In diesem Abschnitt werden die Vorteile und Einschränkungen, der in dieser Arbeit untersuchten Bewertungsverfahren, erörtert. Es wird sowohl auf allgemeine Aspekte, als auch auf spezielle Herausforderungen bei der Bewertung nachhaltiger Investitionen eingegangen.

Kapitalwertmethode

Die Kapitalwertmethode eignet sich besonders gut als Bewertungsbasis, da sich auf diese aufbauend, noch zahlreiche weitere Methoden, angewandt werden können.

Ein wesentlicher Vorteil dieser Methode, ist die Berücksichtigung des Zeitwerts der Zahlungsströme.¹⁰¹

Die Methode ist auch bei abweichender Nutzungsdauer, so wie abweichender jährlicher Cashflows, aufschlussreich.¹⁰²

Ein weiterer Vorteil liegt in der Möglichkeit, internalisierte Umweltkosten in die Berechnung einzubeziehen. Dadurch eignet sich die Kapitalwertmethode gut für die Bewertung nachhaltiger Investitionen, da ökologische Aspekte monetarisiert und in die Entscheidungsfindung integriert werden können. Zudem kann das Risiko über den Diskontierungszinssatz berücksichtigt werden.

¹⁰¹ Vgl. *Becker, H. P./Peppmeier, A.*, Investitionsrechnung, 2022, S. 62.

¹⁰² Vgl. *Röhrich, M.*, Grundlagen, 2014, S. 75.

Diskussion der Ergebnisse

Am Diskontierungszinssatz wird kritisiert, dass er bei sehr langfristigen Investitionen dazu führen kann, dass zukünftige Werte nicht angemessen berücksichtigt werden. Durch die Diskontierung besteht die Gefahr, dass Schäden, die zwar einen erheblichen Wert darstellen, aber erst in ferner Zukunft auftreten, aus heutiger Sicht als weniger bedeutsam und daher wirtschaftlich tragbar erscheinen könnten.¹⁰³

Außerdem gibt es noch weitere Grenzen, die bei der Anwendung dieser Methode zu beachten sind. Insbesondere die Ermittlung der zukünftigen Zahlungsströme ist mit Unsicherheiten behaftet, da diese nur auf Schätzungen beruhen.¹⁰⁴

Es kann zudem schwierig sein, Ein- und Auszahlungen präzise einem bestimmten Investitionsobjekt zuzuordnen.¹⁰⁵ Zudem gibt es keine Möglichkeit, rein qualitative Kriterien miteinzubeziehen.

Schließlich bietet der Kapitalwert keine direkte Aussage über die Rentabilität der Investition.

Es ist wichtig zu beachten, dass die Kapitalwertmethode allein nicht ausreicht, um eine umfassende Bewertung nachhaltiger Investitionen vorzunehmen. Sie sollte stets in Kombination mit anderen Verfahren eingesetzt werden.

Interner Zinsfuß

Der interne Zinsfuß bietet ähnliche Vorteile wie die Kapitalwertmethode, insbesondere die Berücksichtigung des Zeitwerts des Geldes.

Darüber hinaus ermöglicht diese Methode die Bestimmung der Rentabilität einer Investition¹⁰⁶, was sie sehr eingängig und leicht verständlich macht.

Eine Einschränkung des internen Zinsfußes ist die Annahme, dass alle zukünftigen Cashflows zum internen Zinsfuß wieder angelegt werden können. Diese Annahme ist nicht immer realistisch. Wie die Kapitalwertmethode ist auch der interne Zinsfuß alleinstehend nicht sehr aussagekräftig und sollte daher in Kombination mit anderen Methoden angewandt werden.

¹⁰³ Vgl. Sailer, U., Nachhaltigkeitscontrolling, 2022, S. 275.

¹⁰⁴ Vgl. Becker, H. P./Peppmeier, A., Investitionsrechnung, 2022, S. 63.

¹⁰⁵ Vgl. Wöltje, J., Investitionsrechnung, 2022, S. 154.

¹⁰⁶ Vgl. Becker, H. P./Peppmeier, A., Investitionsrechnung, 2022, S. 65.

Diskussion der Ergebnisse

Eine weitere Einschränkung ist, dass nachhaltige Investitionen, oft einen sehr wechselhaften Cashflow haben können. Bei der internen Zinsfußmethode gibt es bei Vorzeichenwechseln oft Schwierigkeiten, rechnerisch ein Ergebnis ermitteln zu können.

Annuitätenmethode

Die Annuitätenmethode ist besonders anschaulich und liefert leicht verständliche Ergebnisse. Da sie auf dem Kapitalwert basiert, gelten viele der gleichen Vorteile und Grenzen, wie bei der Kapitalwertmethode.

Ein potenzieller Nachteil der Annuitätenmethode ist die Annahme gleichbleibender Ein- und Auszahlungen über die Jahre. Dies kann zu einer verzerrten Darstellung der tatsächlichen Zahlungsströme führen und ist insbesondere bei Investitionen mit variablen oder unsicheren Cashflows problematisch.

Dynamische Amortisationsrechnung

Die dynamische Amortisationsrechnung ist ein einfaches Verfahren, das eine erste grobe Einschätzung, des mit einer Investition verbundenen Risikos, ermöglicht. Als dynamisches Verfahren gelten für diese Methode, dieselben Grundprinzipien, wie für die anderen dynamischen Investitionsverfahren.

Die dynamische Amortisationszeit wird verwendet, um zu bestimmen, wie lange es dauert, bis die Investition sich durch die daraus generierten Rückflüsse amortisiert hat. Während diese Methode weniger dazu geeignet ist, Investitionen direkt miteinander vergleichbar zu machen, bietet sie dennoch eine wertvolle Information darüber, ob sich die Investition innerhalb eines akzeptablen Zeitraums rentiert.

Ein Nachteil dieser Methode ist ihre Tendenz, kurzfristige Investitionen gegenüber langfristigen zu bevorzugen, was sie für die Bewertung nachhaltiger Investitionen, die typischerweise langfristiger Natur sind, weniger geeignet macht. Diese Tendenz kann die langfristige Rentabilität und Nachhaltigkeit einer Investition verzerren. Besonders, wenn diese zu Beginn eine hohe Investitionssumme fordert, ist die Berücksichtigung mit dieser Methode eher suboptimal.

Diskussion der Ergebnisse

Es ist wichtig zu betonen, dass die dynamische Amortisationsrechnung nicht isoliert betrachtet werden sollte. Um eine fundierte Investitionsentscheidung zu treffen, sollte sie in Kombination mit anderen Bewertungsmethoden angewendet werden.

Insgesamt können die Modelle der dynamischen Investitionsrechnung jedoch eine solide Grundlage für die Bewertung nachhaltiger Investitionen bieten.

Nutzwertanalyse

Die Nutzwertanalyse sollte als Erweiterung der dynamischen Verfahren, vor allem dem Kapitalwert genutzt werden, da sie den großen Vorteil bietet, dass quantitative, wie qualitative Merkmale in die Bewertung miteinbezogen werden. Es ist möglich eine ganzheitliche Betrachtung durchzuführen. Das ist besonders wichtig bei nachhaltigen Investitionen, bei denen die sozialen, so wie die ökologischen Faktoren genau so eine Rolle spielen, wie die ökonomischen. Die Schwierigkeit liegt dann dabei diese Faktoren richtig zu gewichten beziehungsweise zu entscheiden, ob überhaupt eine Gewichtung vorgenommen werden soll. Es sollte darauf geachtet werden, dass kein Bewertungskriterium doppelt miteinbezogen wird, da sich das Ergebnis sonst verfälscht. Bei der Bewertung und Gewichtung gibt es immer eine hohe Subjektivität, dementsprechend kann das Ergebnis auch leicht angezweifelt werden. Es gilt diese mit hoher Sorgfalt durchzuführen. Risiken werden in diesem Verfahren nicht miteinbezogen oder gemessen und sollten eventuell mit Hilfe von weiteren geeigneteren Verfahren miteinbezogen werden.

Lebenszyklusanalyse

Bei diesem Verfahren wird der komplette Lebenszyklus in die Berechnung miteinbezogen. Das ist deshalb wichtig, da beispielsweise ein Forschungsprojekt „Analyse und Quantifizierung der Umweltauswirkungen von Fördermitteln in der Intralogistik“ zu dem Ergebnis kommt, dass die meisten CO₂-Emissionen in der Nutzungsphase anfallen. Der Anteil betrug bei drei Vergleichsobjekten jeweils über 80%.¹⁰⁷

Diese Erkenntnis unterstreicht nochmal, wie wichtig es ist, die Investitionen nicht nur nach ihren Anschaffungskosten und den damit verbundenen Emissionen zu bewerten, sondern sich

¹⁰⁷ Vgl. Schilling, T. u.a., Analyse und Quantifizierung, 2012, S. 4.

Diskussion der Ergebnisse

die einzelnen Lebenszyklusphasen im Detail anzuschauen. Was bei diesem Verfahren nicht zu vernachlässigen ist, ist der enorme Aufwand, der mit der Beschaffung und der Analyse der relevanten Daten verbunden ist.¹⁰⁸

Die Ökobilanz wird von Ingenieurdienstleister CSI Entwicklungstechnik bereits während des Designprozesses verwendet, um die Nachhaltigkeit bereits vorher zu messen und zu bestimmen.¹⁰⁹

Insgesamt ist diese Methode essentiell, wenn ein genauer Überblick über den Input und Output der Ressourcen, so wie ihre Wirkungen gewonnen werden soll. Die ökologischen Faktoren werden umfassend über den gesamten Zyklus hinweg gemessen. Anhand dieser Ergebnisse werden verschiedene Investitionen gut durchschaubar und vergleichbar.

Wertschöpfungsrechnung

Die Wertschöpfungsrechnung sollte besonders dann herangezogen werden, wenn die sozialen Auswirkungen der Investition berücksichtigt werden sollten. Man kann einen guten Überblick darüber gewinnen, wer von den Stakeholdern finanziell profitiert. Das führt direkt an den Kritikpunkt dieser Methode: Es wird lediglich analysiert wer daran profitiert, es werden jedoch keine Erkenntnisse dazu gewonnen, wie beispielsweise die Arbeitsbedingungen beeinflusst worden sind.

Trotzdem kann die Methode gut zusätzlich angewandt werden, um noch einen besseren Blick auf die sozialen Faktoren der Investition zu haben.

Ökologische Rückzahlungsdauer

Durch diese Methode kann die Zeit, bis Umweltschadstoffe einer Investition sich ausgeglichen haben, ermittelt werden. Das kann beispielsweise dabei nützlich sein herauszufinden, in wie fern es sich für ein Unternehmen lohnen würde seine Fahrzeugflotte auf jene umzustellen, die erneuerbare Energien nutzen. Die Methode liefert eine einfache anschauliche Kennzahl, die sehr einfach berücksichtigt werden kann. Jedoch fokussiert sie sich nur auf die ökonomischen Faktoren einer Investition. Eine weitere Schwierigkeit ist die Messung beziehungsweise

¹⁰⁸ Vgl. Lochmahr, A./Boppert, J., grüne Logistik, 2014, S. 120 f.

¹⁰⁹ Vgl. Automobil Industrie, Innovationen, 2024, S. 50.

Diskussion der Ergebnisse

Schätzung der Schadstoffwerte. Insgesamt kann die Methode angewandt werden, um zusätzlich einen stärkeren Schwerpunkt auf die ökonomischen Faktoren der Investition zu legen. Die Kennzahl sollte ergänzend zu anderen Methoden angewandt werden.

Sensitivitätsanalyse

Die Sensitivitätsanalyse trägt dazu bei einen groben Überblick über die kritischen Werte zu gewinnen, da man für die Berechnungen keine expliziten Wahrscheinlichkeiten ermitteln muss. Das macht die Anwendung des Verfahrens vergleichsweise relativ einfach und unkompliziert. Insbesondere im Hinblick auf den Einbezug der monetarisierten externen Effekte können die kritischen maßgeblichen Faktoren ermittelt werden.

Jedoch können mit der Analyse keine Gründe oder Wechselwirkungen der Faktoren aufgezeigt werden. Es werden auch keine konkreten Wahrscheinlichkeiten angewandt, was die Durchführung zwar vereinfacht, aber dafür unspezifische Ergebnisse liefert. Die Methode sollte angewandt werden, um relativ schnell herauszufinden, welche Parameter der Investition am ehesten entscheidend für den Erfolg sind. Um eine vollständigere Bewertung vorzunehmen sollten noch weitere Methoden herangezogen werden.

Risikoanalyse

Die Risikoanalyse bietet eine wertvolle Möglichkeit, potenzielle Unsicherheiten und Risiken, die mit einer Investition verbunden sind, systematisch zu identifizieren und zu bewerten. Diese können genauer identifiziert werden, als es mit der Sensitivitätsanalyse vorgenommen werden kann. Die Risikoanalyse liefert ein klares Bild über Chancen und Risiken. Es ist möglich, Risiken aus allen drei Bereichen der Nachhaltigkeit zu bewerten.

Insbesondere externe Faktoren, auf die man als Unternehmen keinen Einfluss hat, können damit berücksichtigt werden.

Schwierigkeiten bei der Risikoanalyse bereitet vor allem die Erhebung der relevanten Daten. Wahrscheinlichkeiten werden lediglich durch ungefähre Schätzung festgelegt. Demnach leidet die Qualität der Ergebnisse und ihnen kann Subjektivität nachgesagt werden.

Die Risikoanalyse ist ein wichtiges Werkzeug zur umfassenden Bewertung von nachhaltigen Investitionen.

Diskussion der Ergebnisse

Da die Wahrscheinlichkeiten im weiteren Verlauf konstant bleiben, eignet sich der Entscheidungsbaum als weiterführendes Verfahren.

Entscheidungsbaum

Der Entscheidungsbaum ist, neben der Realoption, die einzige Methode, die es ermöglicht, die Flexibilität während des Investitionsvorgehens zu berücksichtigen. Es können Entscheidungen beschrieben werden, die erst zu einem späteren Zeitpunkt in der Zukunft getroffen werden. Außerdem eignet er sich gut zur Strukturierung und zur Gewinnung eines Überblicks, wodurch Entscheidungsabläufe besser nachvollziehbar gemacht werden können.

Im Verlauf der Investition ist es möglich, Anpassungen vorzunehmen, was insbesondere bei Investitionen mit einem hohen Grad an Ungewissheit von großem Vorteil sein kann. Allerdings ist das Verfahren in der Anwendung sehr komplex und aufwendig darzustellen. Es können Schwierigkeiten bei der Schätzung von Daten, wie zum Beispiel den Eintrittswahrscheinlichkeiten, auftreten. Diese beruhen, ähnlich wie bei der Risikoanalyse, auf subjektiven Schätzungen und Annahmen. Insgesamt gilt dieses Verfahren in seiner Anwendung als sehr kompliziert und aufwendig, kann jedoch durch die Berücksichtigung von Flexibilität zu guten Ergebnissen führen.

Realoptionen

Die Realoptionsmethode berücksichtigt die zeitliche Flexibilität und bietet die Möglichkeit, eine Investition bei Bedarf abzubrechen oder zu erweitern. Dieser Ansatz ist besonders bei größeren Investitionen von Bedeutung und sollte unbedingt in die Entscheidungsfindung einbezogen werden. Realoptionen erlauben es, Investitionen nicht als eine jetzt oder nie Entscheidung zu betrachten, sondern zunächst in kleinerem Umfang zu beginnen. Auf Basis neuer Informationen kann dann flexibel entschieden werden, wie die Investition fortgeführt werden soll. Dies ermöglicht eine schrittweise Entwicklung, die Risiken minimiert und auf veränderte Rahmenbedingungen reagiert.

Besonders im Hinblick auf nachhaltige Investitionen bietet diese Methode Unternehmen die Möglichkeit, Entscheidungen auf Grundlage neuer Informationen und Erkenntnissen zu treffen. Dies kann vor allem bei Investitionen in neue Technologien von Vorteil sein.

Allerdings erfordert die Anwendung der Methode ein hohes Maß an Fachwissen und Erfahrung, da die Berechnungen auf komplexen mathematischen Modellen basieren. Zudem müssen Unsicherheiten und zukünftige Entwicklungen genau vorhergesagt werden. Es gilt, potenzielle Szenarien und Marktbedingungen zu prognostizieren, sowie die passenden Parameter für die Berechnung der Optionen festzulegen.

Insgesamt bietet dieser Ansatz eine wertvolle Möglichkeit, nachhaltige Investitionen umfassend zu bewerten. Sie sollte ergänzend zu klassischen Methoden wie dem Kapitalwertverfahren angewandt werden. Eine Durchführung lohnt sich jedoch nur für sehr kostenintensive und strategisch bedeutende Investitionen.

5.3. Empfehlungen für Unternehmen

Der erste Schritt besteht darin, Nachhaltigkeitsziele fest in der Unternehmensstrategie zu verankern. Aus diesen übergeordneten Zielen sollten spezifische Kriterien abgeleitet werden, die in den Investitionsentscheidungen berücksichtigt werden müssen.

Diese Nachhaltigkeitskriterien sollten während des gesamten Bewertungsprozesses im Vordergrund bleiben, um sicherzustellen, dass sie bei der Beurteilung von Investitionsalternativen nicht vernachlässigt werden.

Die Wahl der geeigneten Investitionsbewertungsmethoden hängt unter anderem von der Größe des Investitionsvorhabens ab. Bei kleineren Projekten kann es unwirtschaftlich sein, sehr aufwändige Verfahren anzuwenden, die umfangreiche Datenerhebungen erfordern. Daher ist es wichtig, den Aufwand für die Bewertung im Verhältnis zum Umfang der Investition abzuwägen.

Die folgende Abbildung bietet einen Überblick darüber, welche Methoden sich in Abhängigkeit vom Grad der Unsicherheit und Flexibilität am besten eignen:

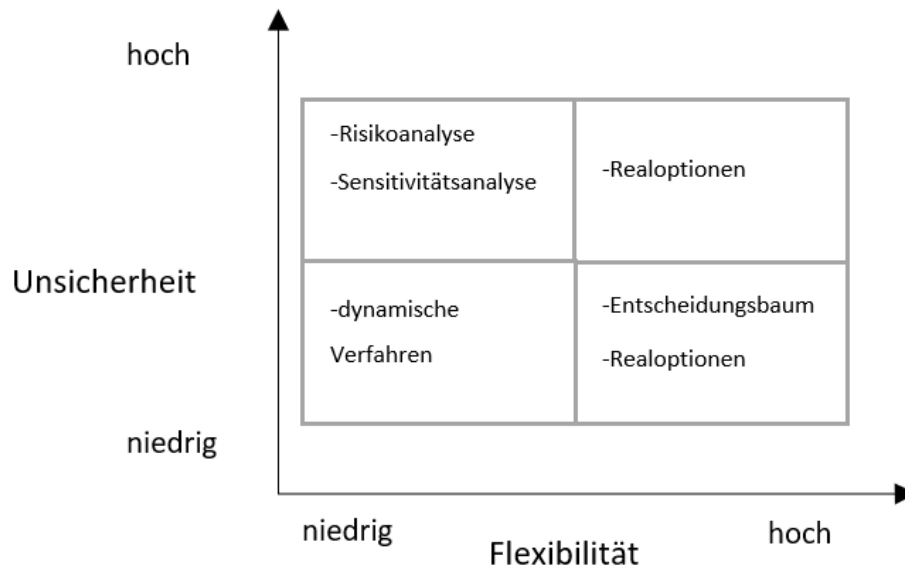


Abbildung 18: Bewertungsverfahren bei Unsicherheit und Flexibilität

Quelle: in Anlehnung an *Hommel, U./Pritsch, G.*, Investitionsbewertung, 1998, S. 10.

Die dynamischen Verfahren sollten immer im ersten Schritt der Bewertung angewandt werden, insbesondere der Kapitalwert, da die erweiterten Verfahren auf diesem basieren. Monetarisierter Nachhaltigkeitskennzahlen können dabei gut in die Cashflows hineingearbeitet werden. Durch die Diskontierung ist es auch möglich, so fern man den Diskontierungssatz anpasst, das verminderte Risiko durch nachhaltigere Investitionen miteinzubeziehen. Jedoch sollte insbesondere bei der dynamischen Amortisationsrechnung bedacht werden, dass das Ergebnis sich häufig nachteilig auf nachhaltige Investitionen auswirken kann. Um die Kennzahlen, die nicht monetarisiert werden können, nicht zu vernachlässigen, sollte eine nachhaltige Nutzwertanalyse durchgeführt werden.

Zudem sollte geprüft werden, inwieweit die geplanten Investitionen mit Unsicherheiten verbunden sind und ob eine gewisse Flexibilität erforderlich ist, um auf zukünftige Entwicklungen reagieren zu können. Die Sensitivitätsanalyse und die Risikoanalyse ermöglichen es, verschiedene Szenarien zu simulieren und die potenziellen Risiken besser zu verstehen. Besonders der Einsatz von Entscheidungsbaumverfahren oder der Realoptionen bietet eine wertvolle Flexibilität um auf unerwartete Entwicklungen flexibel zu reagieren.

Diese sollten besonders bei Investitionen zur Anwendung kommen, die durch iterative Entscheidungen voranschreiten.

Diskussion der Ergebnisse

Realoptionen ermöglichen es, Entscheidungen zu verschieben, zu erweitern oder zu verkleinern, abhängig davon, wie sich die verschiedenen Parameter in der Zukunft entwickeln, wodurch die Planung von sehr unsicheren Investitionen besser und umfangreicher gestaltet werden kann.

Demnach sollten, je nach Bedarf, die dynamischen Verfahren mit den Verfahren, die auch Risiko und Flexibilität miteinbeziehen, ergänzt werden.

Die Ergebnisse der Investitionsbewertung müssen kritisch hinterfragt werden, da viele der verwendeten Daten auf Schätzungen basieren und daher eine gewisse Unsicherheit mit sich bringen. Besonders die Quantifizierung von Bewertungskriterien, die die ökologischen und sozialen Auswirkungen darstellen, müssen sehr vorsichtig behandelt werden. Es gilt dabei mit großer Vorsicht vorzugehen, um Verzerrungen in der Bewertung zu vermeiden. Eine transparente und reflektierte Vorgehensweise bei der Quantifizierung kann helfen, die Aussagekraft der Investitionsbewertung zu erhöhen.

Um eine ganzheitliche Bewertung zu gewährleisten, ist es ratsam, sich intensiver mit der Lebenszyklusanalyse und der Lebenszykluskostenrechnung auseinanderzusetzen. Diese Methode eignet sich besonders gut, wenn Produkte oder Logistikprozesse von Anfang an unter Berücksichtigung des gesamten Lebenszyklus eines Produkts geplant und implementiert werden. Diese Analysen sollten durch eine gezielte Risikobetrachtung ergänzt werden, um ein umfassendes Bild der Investitionsvorhaben zu erhalten. Durch den Einsatz der Wertschöpfungsanalyse und der ökologischen Nutzungsdauer kann man Ergebnisse ermitteln, die gezielt auf die Bewertung der ökologischen und ökonomischen Säule eingehen.

In der folgenden Tabelle sieht man einen Überblick darüber, welche Methoden sich besonders für die jeweilige Säule der Nachhaltigkeit eignen.

Diskussion der Ergebnisse

Tabelle 5: Überblick der Kriterien und Verfahren

Bewertungskriterium	Beispiele	Bewertungsverfahren	
Ökonomie	Rentabilität, Kostensparnis	dynamische Verfahren, insbesondere der Kapitalwert	Nutzwertanalyse
Ökologie	Reduzierung von Emissionen, Ressourcenschonung	Lebenszyklusanalyse, ökologische Rückzahlungsdauer	
Sozial	Mitarbeiterbedungen, Sicherheit	Wertschöpfungsrechnung	

Um die Verfahren mit so wenig Aufwand und mit der besten Qualität wie nur möglich durchführen zu können, empfiehlt es sich, sich mit entsprechenden IT-Tools vertraut zu machen. Die Mitarbeiter sollten zum einen in diesen Tools geschult, so wie mit der Unternehmensstrategie vertraut sein.

6. Fazit

Die Bewertung von Investitionen in der Produktion und Logistik, ist ein komplexes und vielschichtiges Thema, das eine sorgfältige und differenzierte Herangehensweise erfordert. Die in dieser Arbeit untersuchten Methoden verdeutlichen, dass keine einzelne Methode sämtliche Aspekte einer Investition vollständig erfassen kann. Der Schlüssel zu einer ganzheitlichen Bewertung liegt folglich in der sinnvollen Kombination unterschiedlicher Ansätze.

Insbesondere die Herausforderung, quantitative und qualitative Kriterien zu verbinden, sollte nicht unterschätzt werden. Die Quantifizierung von Bewertungskriterien ist häufig mit Unsicherheiten behaftet, weshalb eine sorgfältige Vorgehensweise, sowie eine angemessene Interpretation der Ergebnisse, von entscheidender Bedeutung sind.

Quantifizierte Werte, die beispielsweise Umweltschadstoffe darstellen, sollten am besten nicht oder mit Vorsicht miteinander verrechnet werden. Das Risiko, die Ergebnisse zu verfälschen, ist in solchen Fällen erheblich.

Allgemein lässt sich sagen, dass statistische Bewertungsmethoden nicht sehr gut geeignet sind. Die dynamischen Verfahren sind gut dafür geeignet, vor allem der Kapitalwert ist eine wichtige Kennzahl.

Einer der Nachteile der dynamischen Verfahren ist, dass die Flexibilität für weitere Entscheidungen nicht mitberücksichtigt wird. Aus diesem Grund wird auf die Realloptionen verwiesen.

Aus persönlicher Sicht zeigt sich, dass eine stärkere Berücksichtigung von ökologischen und sozialen Faktoren in der Investitionsbewertung nicht nur ethisch geboten, sondern auch wirtschaftlich vorteilhaft sein kann. Unternehmen, die ihre Investitionsentscheidungen unter Einbeziehung von Nachhaltigkeitsaspekten treffen, sind langfristig besser aufgestellt und können sich Wettbewerbsvorteile sichern.

Zukünftig ist es wichtig, dass versucht wird die Methoden immer weiter anzupassen und zu verbessern, um Investitionen die hohe Unsicherheiten bergen und nicht nur aus finanziellen Interessen getätigt werden, besser bewerten zu können. Durch fortschreitende Digitalisierung werden sich insbesondere bei der Datenbeschaffung noch viele Möglichkeiten bieten.

7. Literaturverzeichnis

- Automobil Industrie* (Innovationen, 2024): Ökobilanzierung Nachhaltigkeit frühzeitig berücksichtigen, in: AUTOMOBIL INDUSTRIE (2024), Heft 205
- Becker, Hans Paul /Peppmeier, Arnold* (Investitionsrechnung, 2022): Investition und Finanzierung, 9th 2022. Aufl., Wiesbaden; Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden/Springer Gabler, 2022
- Berlin, Sebastian/Schulze, Mike/Stehle, Alexander* (Umsetzung eines Green Controllings, 2014): Umsetzung eines Green Controllings: Integration als Erfolgsrezepte, in: CONTROLLER Magazin (2014), Heft 6, S. 47-49
- Bezner, E. u.a.* (Nachhaltigkeit und Controlling, 2010): Weinmarketing: Kundenwünsche erforschen, Zielgruppen identifizieren, innovative Produkte entwickeln: Gabler Verlag, 2010
- Bieg, Hartmut/Kußmaul, Heinz/Waschbusch, Gerd* (Investition, 2016): Investition, 3. Aufl., München: Verlag C.H.Beck, 2016
- Black, Fischer/Scholes, Myron* (The pricing of options, 1973): The pricing of options and corporate liabilities, in: Journal of political economy 81 (1973), Heft 3, S. 637-654
- Breuer, Wolfgang* (Investitionsentscheidung bei Risiko, 2001): Investition, 1. Aufl. Aufl., Wiesbaden: Gabler, 2001
- Burger, Alexander* (Grundlagen, 2024): Investitionsrechnung, 2., aktualisierte Auflage. Aufl., München: Verlag Franz Vahlen, 2024
- Busch, Katja* (Nachhaltige Kreislaufwirtschaft, 2023): Die Logistik als Möglichmacher einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft: Die Neuerfindung der Logistik, Wiesbaden; Wiesbaden: Springer Gabler/Springer Fachmedien Wiesbaden, 2023, S. 99-114
- Chesney, Marc u.a.* (The Finance of Environmental Investments, 2016): The Finance of Environmental Investments, in: *Chesney, Marc u.a. (Hrsg.): Environmental Finance and Investments*, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2016, S. 103-158
- Chesney, Marc/Gheysens, Jonathan/Taschini, Luca* (Environmental Finance and Investments, 2013): The Finance of Environmental Investments, in: *Chesney, Marc/Gheysens, Jonathan/Taschini, Luca (Hrsg.): Environmental Finance and Investments*, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2013, S. 93-146
- Controlling, Fachkreis Green* (Ansätze für die Controllingpraxis, 2015): Investitionscontrolling 2.0 – Planung und Realisierung von Investitionen zur Erreichung der Nachhaltigkeitsziele, in: Internationaler Controller Verein e.V. (2015)
- Corsten, Hans* (Produktionswirtschaft, 2009): Produktionswirtschaft, 12., vollst. überarb. und erw. Aufl. Aufl., München: Oldenbourg, 2009

- Cox, John C./Ross, Stephen A./Rubinstein, Mark* (Option pricing, 1979): Option pricing: A simplified approach, in: *Journal of Financial Economics* 7 (1979), Heft 3, S. 229-263
- Deckert, Carsten* (Nachhaltige Logistik, 2021): Nachhaltige Logistik: CSR und Logistik Spannungsfelder Green Logistics und City-Logistik, 2. überarbeitete Auflage. Aufl., Berlin: Springer Gabler, 2021, S. 3-44
- Diruf, G.* (Die quantitative Risikoanalyse, 1972): Die quantitative Risikoanalyse. Ein OR-Verfahren zur Beurteilung von Investitionsprojekten, in: *ZfB* (1972), S. 821-832
- Ericksen, Jörgen* (Controlling-Instrumente, 2020): Controlling-Instrumente von A - Z: Die wichtigsten Werkzeuge zur Unternehmenssteuerung, 9. Aufl., Freiburg: Haufe Lexware, 2020
- Ericksen, Jörgen* (Investitionsbewertung, 2024): Nachhaltigkeit: Bewertung von Investitionen, in: *NWB Rechnungswesen - BBK 24* (2024), S. 661-667
- European Commission* (Green Deal, 2024): Transport and the Green Deal (2024), https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/transport-and-green-deal_en (Zugriff: 08.08.2024)
- Friedl, Andreas* (Nachhaltigkeit, 2021): Ökologisch nachhaltige Produktion, in: *Robert, Gabriel (Hrsg.): Nachhaltige Betriebswirtschaft*, 2., überarbeitete und erweiterte Auflage. Aufl., München: UVK Verlag, 2021, S. 241-255
- Gabriel, Robert/Sailer, Ulrich* (Nachhaltigkeit, 2021): Nachhaltigkeit - eine Einführung, in: *Robert, Gabriel (Hrsg.): Nachhaltige Betriebswirtschaft*, 2., überarbeitete und erweiterte Auflage. Aufl., München: UVK Verlag, 2021, S. 31-35
- Götze, Uwe* (Investitionsrechnung, 2014): Investitionsrechnung, 7. Auflage. Aufl., Berlin ; Heidelberg: Springer Gabler, 2014
- Grober, Ulrich* (Nachhaltigkeit, 2010): Die Entdeckung der Nachhaltigkeit, München: Kunstmann, 2010
- Group, BMW* (BMW Group Bericht, 2022): BMW Group Bericht (2022), <https://www.bmwgroup.com/de/bericht/2022/downloads/BMW-Group-Bericht-2022-de.pdf>
- Grunder, Nils Lorent/Pešková, Marie/Gees, Thomas* (Digitale Transformation, 2024): Digitale Transformation = mehr Nachhaltigkeit in der Logistik?: Transformationen gestalten: Beiträge aus Forschung und Praxis des privaten und öffentlichen Sektors: Springer Nature, 2024, S. 107-130
- Hertz, D.B./Thomas, H.* (Risk Analysis, 1983): Risk Analysis and Its Applications, in: Chichester, New York (1983)

- Hilzenbecher, Uwe* (Realoptionen in Investitions- und Wettbewerbsstrategien, 2002):
Realoptionen in Investitions- und Wettbewerbsstrategien des Produkt- und Profitcentermanagement, Hamburg: Kovač, 2002
- Hommel, Ulrich/Pritsch, Gunnar* (Investitionsbewertung, 1998): Investitionsbewertung mit dem Realoptionsansatz: Wissenschaftliche Hochschule für Unternehmensführung (WHU)-Otto-Beisheim, 1998
- Internationaler Controller Verein* (Green Controlling, 2011): Green Controlling–eine (neue) Herausforderung für den Controller, in: Studienbericht, Gauting, Stuttgart (2011)
- Jonen, Andreas/Harbrücker, Ulrich* (Investitionsrechenverfahren in der Praxis, 2019):
Investitionsrechenverfahren in der Praxis: aktueller Stand und historische Entwicklung, in: Mannheimer Beiträge zur Betriebswirtschaftslehre (2019), Heft 03/2019
- Jörgen, Ralf/Mays, Victor* (Investitionsrechnungsverfahren früher und heute, 2018):
Investitionsrechnungsverfahren früher und heute, in: CONTROLLER Magazin 43 (2018), Heft 6, S. 52-56
- Kimbro, Marinilka Barros* (Integrating Sustainability, 2013): Integrating Sustainability in Capital Budgeting Decisions: Corporate Sustainability, Berlin: Springer Berlin, 2013, S. 103-114
- Koller, Tim* (Valuation, 2010): Valuation measuring and managing the value of companies, 5. rev. ; university. Aufl., Hoboken, NJ: Wiley, 2010
- Kreutzer, Ralf T.* (Nachhaltige Unternehmensführung, 2023): Der Weg zur nachhaltigen Unternehmensführung, 1st 2023. Aufl., Wiesbaden; Wiesbaden: Springer Fachmedien WiesbadenSpringer Gabler, 2023
- Liker, Jeffrey K.* (Der Toyota-Weg, 2007): Der Toyota-Weg, 2., unveränd. Aufl. Aufl., München: FinanzBuch-Verl., 2007
- Lochmahr, Andrea/Boppert, Julia* (grüne Logistik, 2014): Handbuch grüne Logistik, 1. Aufl. Aufl., München: Huss, 2014
- Logistik, Bundesvereinigung* (Logistik Definition, 2019): Logistik Definition (2019), <https://www.bvl.de/service/zahlen-daten-fakten/logistikdefinitionen>
(Zugriff: 01.09.2024)
- Lüder, K* (Risikoanalyse, 1979): Risikoanalyse bei Investitionsentscheidungen, in: Angewandte Planung 3 (1979), S. 224-233
- Mader, Roland* (Realoptionsansatz, 2000): Bewertung von Realoptionen Der Realoptionsansatz in der Investitionsrechnung, 2000
- Marettke, A* (Arbeitsschritte: zur Durchführung einer Risikoanalyse, in: Angewandte Planung 2, S. 141-151

- Meadows, Dennis* (Grenzen des Wachstums, 1972): Die Grenzen des Wachstums, Stuttgart: Dt. Verl.-Anst., 1972
- Mondello, Enzo* (Realloptionen, 2022): Realloptionen, in: *Mondello, Enzo (Hrsg.): Corporate Finance: Theorie und Anwendungsbeispiele*, Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2022, S. 993-1060
- Olfert, Klaus* (Investition, 2021): Investition, 8., aktualisierte Auflage. Aufl., Herne: kiehler, 2021
- Rasspe-Dahmann, Wolfgang* (Investitionsmanagement, 2011): Investitionsmanagement, Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 2011
- Rat für nachhaltige Entwicklung* (Nachhaltigkeitsrat, 2011): Dialog der Verantwortung (2011), https://www.nachhaltigkeitsrat.de/wp-content/uploads/migration/documents/RNE_Stellungnahme_Nachhaltigkeitsstrategie_texte_Nr_37_Juni_2011.pdf (Zugriff: 18.07.2024)
- Röhrich, Martina* (Grundlagen, 2014): Grundlagen der Investitionsrechnung, 2., überarb. und erw. Aufl. Aufl., München: De Gruyter Oldenbourg, 2014
- Sailer, Ulrich* (Nachhaltigkeitscontrolling, 2022): Nachhaltigkeitscontrolling, 4., vollständig überarbeitete Auflage. Aufl., München: UVK Verlag, 2022
- Schaltegger, Stefan/Sturm, A.* (Ökologieorientierte Entscheidungen, 2000): Ökologieorientierte Entscheidungen in Unternehmen, ohne Erscheinungsort: Haupt, 2000
- Schilling, Timo u.a.* (Analyse und Quantifizierung, 2012): Analyse und Quantifizierung der Umweltaspekte von Fördermitteln in der Intralogistik, in: *logistics journal 2012* (2012), Heft 01
- Schindel, Volker* (Risikoanalyse, 1977): Risikoanalyse: Darstellung und Bewertung von Risikorechnungen am Beispiel von Investitionsentscheidungen, 1977
- Schmidt, Joachim* (Life Cycle Assessment, 2018): Life Cycle Assessment als Instrument zur Optimierung der Nachhaltigkeit in Prozessen und Produkten, in: *Michalke, Achim/Rambke, Martin/Zeranski, Stefan (Hrsg.): Vernetztes Risiko- und Nachhaltigkeitsmanagement: Erfolgreiche Navigation durch die Komplexität und Dynamik des Risikos*, Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2018, S. 191-201
- Treu, Eva Maria* (Machbarkeitsstudie, 2019): MACHBARKEITSSTUDIE, Mehrwegbehälter auf der letzten Meile in der Ersatzteillogistik und Abschätzung der Umwelteinwirkungen, in: *Liebherr-Logistics GmbH* (2019)
- VDI - Zentrum Ressourceneffizienz* (VDI: Ökobilanz – DIN EN ISO 14040/44, <https://www.ressource-deutschland.de/leitfaden-re/methoden/oekobilanz-din-en-iso-14040/44/> (Zugriff: 17.08.2024)

von *Ahsen, Anette* (Nachhaltigkeitscontrolling, 2022): Nachhaltigkeitscontrolling: Betriebliches Nachhaltigkeitsmanagement, 2., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. Aufl., Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer, 2022, S. 232-251

WCED, Special Working Session (Our common future, 1987): World commission on environment and development, in: Our common future 17 (1987), Heft 1, S. 1-91

Weskamp, Markus (Investitionsbewertung zur Steigerung der Ökoeffektivität, 2018): Modell zur Bewertung von Investitionen zur Steigerung der Ökoeffektivität innerbetrieblicher Wertschöpfungsketten, in: Stuttgarter Beiträge zur Produktionsforschung 75 (2018)

Wöltje, Jörg (Investitionsrechnung, 2022): Investition und Finanzierung, 3. Auflage. Aufl., Freiburg ; München ; Stuttgart: Haufe Group, 2022