

# **Marktanalyse und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung für Holzgaserzeugungsanlagen der Cleanstgas GmbH in Italien**

Diplomarbeit  
von  
Thomas Guerra

**Technische Universität Graz**

Fakultät für Maschinenbau und Wirtschaftswissenschaften

Institut für Betriebswirtschaftslehre und Betriebssoziologie

O.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Ulrich Bauer

Graz, im März 2014

In Kooperation mit:

**KWB – KRAFT UND WÄRME AUS BIOMASSE GmbH**



---

## EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommene Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am .....

.....

(Unterschrift)

---

## Kurzfassung

Die Knappheit an fossilen Energieträgern, das Fortschreiten der globalen Erwärmung und die damit verbundenen politischen Entscheidungen haben in den letzten Jahren eine Entwicklung der Technologien bewirkt, die auf erneuerbaren Energiequellen basiert.

Die Umwandlung von Biomasse zu Wärme ist seit mehreren Jahrtausenden bekannt, allerdings wurde im Laufe der Zeit die Umwandlung von Biomasse zu Strom immer bedeutender. Ein Prozess, der wegen der Effizienz lange Zeit mit einer bestimmten Anlagengröße verbunden war, wandelt sich nun durch einen Technologie-Trend zu einer Anwendung, die auch im kleinen Leistungsbereich Anwendung finden kann. Dies geschieht unter anderem durch die Entwicklung der Kraft-Wärme-Kopplung, die eine Existenz immer kleinerer, dezentral angesiedelter Energieversorger ermöglicht.

Dazu eignet sich die Technologie der Holzgaserzeugung besonders gut und sowohl die Politik, als auch verschiedene Technologieunternehmen verspüren den Drang, diese Entwicklungen voran zu treiben und agieren dementsprechend.

Diese Arbeit soll den italienischen Markt und die dazugehörigen Facetten betrachten, die für den Markteinstieg des Unternehmens KWB GmbH, als alleiniger Vertriebspartner des Holzgaserzeugers Cleanstgas GmbH, in diesem Umfeld von Bedeutung sind.

Dazu wird ein besonderer Fokus auf die Marktsituation, den normativen Aspekten für den Betrieb und der Wirtschaftlichkeit der Anlage gelegt.

Die Analyse des Marktes besteht aus einer Erhebung der Marktkapazität, einer Eruiierung der Mitbewerber und einer Standortanalyse. Die Auswertung der normativen Aspekte umfasst einerseits den rechtlichen Grundrahmen für die Errichtung der Anlage, andererseits wird die Höhe der Förderungen und das dahinter steckende Fördersystem untersucht, die für den Betrieb eines Holzgaserzeugers in Italien vorgesehen sind.

Diese Erkenntnisse sollen in die Erstellung einer Wirtschaftlichkeitsrechnung fließen. Diese soll den ökonomischen Aspekt des Betriebs der behandelten Anlage auf italienischem Boden beleuchten.

## Abstract

The shortage of fossil fuels, the progress of global warming and the political decisions associated with the aforementioned issues caused the upcoming of various new technologies, which are based on the utilization of renewable energies.

The transformation of wood to thermal energy is known since ages, but over time the importance of the technologies for the transformation of wood to electrical energy has grown. A process that always has been related to power plants of a certain size due to efficiency concerns is changing to become a technology suitable even for a small range of performance. One reason for this change is the development of cogeneration technologies, which allows the existence of decentralized energy suppliers of decreasing size.

The technology of wood gasification qualifies to this purpose and both the politics and various technology companies feel the impulse to push related developments and act accordingly.

This thesis examines the Italian market, and the corresponding considerations and connections to its environment relevant for a market entry of the company KWB GmbH, which is the only distribution partner of Cleanstgas GmbH, a producer of wood gasification plants.

For this purpose a particular focus on the market situation, on the general regulatory framework and on the economic feasibility of the plant shall be given in this thesis.

The market analysis consists of a research of the market size, an investigation of the competitors and a location analysis. The analysis of the regulatory framework consists on one hand of scanning through the common legal bases for the operation of the wood gasifier, on the other hand it consists of clarifying the amount of the advancements and the research of the incentive system behind those advancements for the operation of the plant on Italian national territory.

The insights of the aforementioned analyses constitute the base for the creation of an economic efficiency calculation. This calculation shall emblaze the economic aspects of the operation of a wood gasifier in Italy.

## **Vorwort**

Ein besonderer Dank geht an meine Familie, die mir mein Studium ermöglicht hat und immer hinter mir gestanden ist.

Ein weiterer Dank geht an meine Betreuerin, Christine Temnitzer (KWB GmbH), die mich im Rahmen der Arbeit immer unterstützt hat und mir immer zu Rat gestanden ist. Ich möchte mich auch bei Thomas Hanin (KWB GmbH) bedanken, ohne dessen Offenheit gegenüber Themenvorschläge von Seiten Studierender diese Arbeit nicht zustande gekommen wäre.

Zu guter Letzt geht noch ein großer Dank an all meinen Freunden und Kollegen, mit denen ich meine Freizeit verbringen durfte und die immer ein offenes Ohr für mich hatten, wenn ich es brauchte.

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Ausgangssituation	1
1.2	Ziele	2
1.3	Aufgabenstellung	4
1.4	Untersuchungsbereich	7
<b>2</b>	<b>Theoretische Grundlagen der Arbeit</b>	<b>8</b>
2.1	Die marktorientierte Unternehmung	8
2.1.2	Marketing	13
2.1.3	Marktforschung	17
2.1.4	Markteintrittsstrategie	19
2.2	Wirtschaftlichkeitsrechnung	21
2.2.1	Kapitalrückfluss (Cash-Flow)	22
2.2.2	Dynamische Investitionsrechnung	23
2.2.3	Kalkulation (Kuppelprodukt)	24
2.2.4	Instandhaltung	26
2.2.5	Preismanagement	29
2.2.6	Nutzwertanalyse	34
2.3	Holzgaserverzeugung	37
2.3.1	Grundlegende Einteilung des Verfahrens	37
2.3.2	Physikalische und thermodynamische Prozesse	37
2.3.3	Fluiddynamisches Verhalten	39
2.3.4	Gasreinigung	48
2.3.5	Das Blockheizkraftwerk-Modul (BHKW-Modul)	57
2.4	Definitionen	58
2.4.1	System	59
2.4.2	Bedürfnis	59
2.4.3	Markt	59
2.4.4	Marktsegment	59
2.4.5	Marktforschung	60
2.4.6	Invention	60
2.4.7	Innovation	60
2.4.8	Branche	61
2.4.9	Ausgaben	61

---

2.4.10	Auszahlungen.....	61
2.4.11	Einnahmen .....	61
2.4.12	Einzahlungen.....	61
2.4.13	Cash-Flow .....	61
2.4.14	Kapitalwiedergewinnungsfaktor.....	62
2.4.15	Nutzwertanalyse .....	62
<b>3</b>	<b>Praktische Problemlösung .....</b>	<b>63</b>
3.1	Marktanalyse .....	63
3.1.1	Identifikation der potentiellen Zielgruppen.....	63
3.1.2	Qualitative Beschreibung der potentiellen Kunden .....	69
3.1.3	Quantitative Marktanalyse.....	74
3.1.4	Zusammenfassung der quantitativen Marktanalyse.....	82
3.1.5	Sensitivitätsanalyse der quantitativen Marktanalyse.....	84
3.1.6	Lage der produzierenden Industriebetriebe .....	88
3.1.7	Analyse der Standorte.....	88
3.1.8	Ergebnis der Standortanalyse .....	94
3.1.9	Die aktuelle Situation der Standard-Anwendung in Südtirol.....	94
3.1.10	Analyse der Mitbewerber.....	95
3.1.11	Strategische Empfehlung zum Markteintritt.....	99
3.2	Gesetzliche Rahmenbedingungen und Förderungen .....	100
3.2.1	Analyse des Genehmigungsverfahrens .....	100
3.2.2	Analyse der staatlichen Förderlandschaft .....	102
3.2.3	Zusätzliche Förderungen.....	109
3.2.4	Timeline Förderungen .....	109
3.2.5	Timeline Gesamtprozess.....	111
3.3	Wirtschaftlichkeitsrechnung .....	112
3.3.1	Technische Randbedingungen.....	112
3.3.2	Ausgaben .....	112
3.3.3	Einnahmen .....	119
3.3.4	Inflation und Preissteigerungen.....	121
3.3.5	Finanzierung und Finanzierungsplan .....	124
3.3.6	Übersicht .....	124
3.3.7	Grafiken.....	130
3.3.8	Sensitivitätsanalyse.....	136

---

3.3.9	Preismanagement .....	141
<b>4</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick .....</b>	<b>142</b>
4.1	Zusammenfassung .....	142
4.1.1	Marktanalyse .....	142
4.1.2	Normative Aspekte .....	143
4.1.3	Wirtschaftlichkeit .....	143
4.1.4	Preis der Anlage .....	144
4.2	Ausblick .....	145
4.2.1	Marktkapazität .....	145
4.2.2	Katalysator .....	145
4.2.3	Zinsen.....	145
4.2.4	Preisgestaltung.....	146
4.2.5	Zukünftiges Fördersystem.....	146
	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>147</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>152</b>
	<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>155</b>
	<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>158</b>
	<b>Anhang .....</b>	<b>161</b>

# 1 Einleitung

Dieses Kapitel soll dem Leser kurz über die aktuelle Situation des Unternehmens berichten. Im Anschluss soll die eigentliche Thematik der Arbeit besprochen und die gesetzten Ziele und Nicht-Ziele formuliert werden.

## 1.1 Ausgangssituation

Das Unternehmen KWB wurde im Jahr 1994 von Dr. August Raggam, Erwin Stubenschrott und einigen anderen Gesellschaftern gegründet. Hinter dem Akronym, das dem Betrieb damals einen Namen verlieh, versteckt sich die Idee und der Antrieb der heute noch für die gesamte Unternehmung gilt, nämlich: Kraft und Wärme aus Biomasse.

Was im Gründungsjahr eine Gruppe von vier Personen initiierte, ist heute gewachsen und erwirtschaftet jährlich ca. 72 Mio. Euro Umsatz. Dies geschieht heute mit Hilfe von 205 Mitarbeitern am Standort St. Margareten/Raab. Dazu sind 135 weitere Mitarbeiter in vier Tochtergesellschaften mit sechs Auslandsniederlassungen beschäftigt.

Über die Jahre wurde in Zusammenarbeit mit der Technischen Universität Graz ein Holzgaserzeuger entwickelt.

Um das Projekt vom Prototypen eines Holzgaserzeugers bis schließlich zu einem marktfähigen Gerät zu entwickeln, wurde eine Partnerschaft mit der Firma Ebner Industrieofenbau aus Leonding eingegangen. KWB gründete mit dieser in Zusammenarbeit das Joint-Venture-Unternehmen Cleanstgas GmbH. Dieses Unternehmen entstand im Jahr 2008 und hat dessen Firmensitz ebenfalls in St. Margarethen/Raab.

Das Produkt, das sich aus dieser Konstellation ergeben hat, ist ein Holzgaserzeuger, der die Technologie der gestuften Vergasung nutzt. Diese Technologie ermöglicht es, besonders effizient zu arbeiten und das entstehende Gas ist im Vergleich zu anderen Technologien überdurchschnittlich rein. Die Anlage, die auf den Markt kommen soll, hat eine elektrische Nennleistung von 250 kW<sub>el</sub> und eine thermische Leistung von 430 kW<sub>th</sub>. Zudem soll die Anlage über das gesamte Jahr mindestens 6.000 Stunden laufen, um auch wirtschaftlich zu arbeiten.

Der Vertrieb der Anlage erfolgt durch das Unternehmen KWB GmbH. Die erste Anlage steht nun kurz vor dessen Auslieferung in Österreich und das Unternehmen schaut hoffnungsvoll auf weitere Märkte, welche man sobald als möglich betreten möchte.

Aus dieser Situation ergeben sich folgende Ausgangspunkte und Fragestellungen.

### I. Markt

Der italienische Markt scheint recht interessant zu sein. Die staatliche Förderkulisse für Energieanlagen, die mit erneuerbaren Energieträgern betrieben werden, scheint in Italien im Vergleich zu anderen europäischen Staaten sehr attraktiv zu sein. Zudem ist dieser Markt örtlich nicht so entfernt und es existiert dort bereits eine Auslandsniederlassung der KWB.

#### a. Kunden

Wer könnte ein potentieller Kunde sein? Welche Branchen haben einen genügenden Bedarf an thermischer Energie, um eine Holzgaserzeugungsanlage solcher Dimension als interessant zu erachten?

Welche Größe soll ein Betrieb aus dem jeweiligen Sektor im Schnitt aufweisen?

b. Marktdimensionen

Wie groß ist die sich daraus ergebende Marktkapazität?

c. Mitbewerb

Wer sind die Mitbewerber, die den Markt derzeit bedienen? Wer versorgt derzeit den Markt der Kraft-Wärme-Kopplung?

d. Standort

In welcher Region des italienischen Markes soll am besten eine erste Anlage aufstellt werden?

## II. Gesetz

Die normativen Aspekte für das Errichten einer Anlage auf italienischem Staatsgebiet sollen geklärt werden. Diese Thematik kann dazu prinzipiell in die zwei Kategorien unterteilt werden.

a. Genehmigung

Wie schaut der Genehmigungsprozess in Italien aus? Welche Dokumentation ist erforderlich und welche Dokumente müssen übersetzt werden? Welche Gutachten werden vorausgesetzt? Wie gestalten sich schätzungsweise die Zeiträume für eine Genehmigung?

b. Förderungen

Welche Fördermöglichkeiten gibt es in Italien? Kann man mehrere Förderungen in Betracht ziehen? Welche treffen für die Holzgaserzeugungsanlage zu?

## III. Wirtschaftlichkeit

Zu Letzt soll noch die bestehende betriebsinterne Wirtschaftlichkeitsrechnung ergänzt werden, um eine realistische Amortisationsdauer zu berechnen.

Welche Auswirkungen hat die Situation in Italien auf die Wirtschaftlichkeitsrechnung der Anlage?

## 1.2 Ziele

Um die Arbeit von Anfang an strukturiert anzugehen und eine präzise Formulierung zu erleichtern, ist es von Vorteil, wenn im Vorfeld durch Analyse der Ausgangssituation, die Ziele der Arbeit formuliert werden.

Das Monitoring des Verlaufs und die Kontrolle der Ergebnisse der Arbeit werden durch eine solche Vorarbeit ebenfalls vereinfacht.

### 1. Marktanalyse

Um eine Aussage über eine mögliche Strategie für den Eintritt in den Markt formulieren zu können, muss der angestrebte Markt zuvor analysiert werden. Somit sollen markante Größen erforscht werden, um den Markt genauer im Bild zu haben.

a. Analyse der Zielgruppen/Kunden

Es soll erörtert werden, Betriebe aus welcher Branche, in welcher Größe einen ausreichenden thermischen Bedarf aufweisen, um eine Holzgaserzeugungsanlage dieser Größe als interessant zu erachten.

b. Analyse des Marktes

Daraufhin soll überschlägig erhoben werden, wie viele potentielle Kunden auf italienischem Gebiet existieren. Neben einer qualitativen Aussage über mögliche Kunden, soll auch eine quantitative Überschlagsrechnung aufgestellt werden.

c. Analyse der Mitbewerber

Die Mitbewerber und deren Konkurrenzprodukte sollen identifiziert und folglich aufgelistet werden. Dabei soll auf dem gesamten Sektor der Kraft-Wärme-Kopplung geschaut werden und nicht nur auf die Holzgaserzeugung. Auch eine Empfehlung zu einem vorstellbaren Produktpreis soll ausgearbeitet werden.

d. Analyse der Standorte

Es soll die beste mögliche Lage auf italienischem Staatsgebiet ausgeforscht werden, wo ein Pilotprojekt errichten werden sollte. Durch das Errichten einer solchen Pilotanlage kann später auf Erfahrungswerte zurückgegriffen werden, die besonders im Verkauf als schlagendes Argument genutzt werden können. Hierfür sollen Voraussetzungen und Kriterien berücksichtigt werden.

## 2. Normative Aspekte

Das Abklären der Gesetzeslage in Italien kann eine Herausforderung bedeuten. Ein Überblick in den zwei folgenden Bereichen soll geschaffen werden.

a. Abklären des Genehmigungsverfahrens

Der Genehmigungsprozess ist oft ein sehr langwieriger und kann durch das Einführen einer neuen Technologie ein beachtliches Hindernis darstellen. Zum Einen weil die Behörden möglich mit einer neuen Technologie nicht vertraut sind. Zum Anderen da beispielsweise bereits entstandene Projekte mit ähnlichem Funktionsprinzip, bereits Vorurteile gegenüber der Technologie erschaffen haben.

Der Genehmigungsprozess ist der Grundstein für die Errichtung einer Anlage. Dafür soll der Umfang der erforderlichen Dokumentation festgestellt werden. Zugleich soll auch abgeschätzt werden, wie viel Zeit der Genehmigungsprozess in Anspruch nimmt.

Besonderes Augenmerk soll bei diesem Punkt auf das Thema Emissionen und Abfälle, sowie Abwässer, gegeben werden.

b. Abklären der Förderungen

Auch die Fördergelder, die der Betreiber einer Anlage künftig einnehmen kann, sind von Bedeutung und gehören im Vorfeld so genau wie möglich bestimmt. Dies kann Auswirkungen auf einen wirtschaftlich interessanten Betrieb der Anlage haben.

Dafür soll die Höhe der Einnahmen durch Fördergelder in Erfahrung gebracht werden, welche bei künftigem Betrieb eines Holzgaserzeugers ausgeschüttet werden. Grundlage dafür ist der aktuell geltende Gesetzestext zu den Förderungen der Republik Italien und andere gesetzliche Rahmenbedingungen (z.B. Landes- oder Regionalgesetze).

### 3. Wirtschaftlichkeitsrechnung

Um die Untersuchung abzurunden, soll eine bestehende dynamische Amortisationsrechnung abgeändert werden. Dazu sollen die bereits bekannten Bedingungen mit den erhobenen Informationen kombiniert werden, welche die Anschaffung und den Betrieb der Holzgaserzeugungsanlage betreffen. Diese Rechnung gibt Informationen über die Amortisationsdauer der Anlage mit Kraft-Wärme-Kopplung, wenn diese am empfohlenen Standort betrieben wird.

Dies ist von besonderem Interesse, da es für Kunden und Interessenten eine Aussage über den ökonomischen Nutzen einer monetären Investition gibt.

### 4. Nicht-Ziele

Um das Projekt auch davon abzugrenzen, worüber es nicht handeln soll, ist es von Vorteil, von Beginn an auch die Nicht-Ziele zu erarbeiten. Dies verhindert ein Abschweifen vom Thema und grenzt gleichzeitig die Arbeit ab. Damit kann der Umfang der Arbeit eingedämmt und auf formulierte Ziele fokussiert eingegangen werden.

Als Nicht-Ziele zählen:

- a. Technische Lösungen für den Holzgaserzeuger;
- b. Marktanalysen anderer Länder außer Italien;

## 1.3 Aufgabenstellung

Durch eine bedachte Formulierung der Ziele kann im Anschluss sehr einfach die Aufgabenstellung erarbeitet werden. Es entsteht folglich eine Liste an Punkten, die erledigt werden müssen, um ein Voranbringen der Arbeit zu gewährleisten.

### I. Marktanalyse

Folgende Aufgaben sind zu erledigen, um die Ziele zu erfüllen, die im vorherigen Kapitel zu diesem Abschnitt formuliert worden sind.

#### a. Analyse der Zielgruppen/Kunden

Durch ein Controlling-Projekt der Fachhochschule Campus02 (Graz) konnten bereits interessante Informationen gesammelt werden. Allerdings sind dies Daten, welche den österreichischen Markt betreffen. Bevor erste Schritte eingeleitet werden, soll überprüft werden ob es nicht möglich ist, ähnliche Daten zu finden die aber den Zielmarkt, also den italienischen Raum, betreffen. Falls für den italienischen Raum keine derartigen Daten zu finden sind, müssen aussagekräftige Indikatoren anderswertig erkannt werden. Diese benutzt werden, um eine aussagekräftige Information zum Thema zu erhalten.

Daher gilt für diesen Punkt also:

- i. Aufarbeiten der Daten;
- ii. Individualisieren von interessanten Branchen und Unternehmen;
- iii. Eine markante Vergleichsgröße finden;
- iv. Empfehlungen für in Frage kommende Unternehmen welcher Art und Größe herausfiltern.

b. Analyse des Marktes

Auf der Basis der bereits aufgearbeiteten Informationen, soll folglich auch noch konkret eine Vorhersage zur Marktkapazität gegeben werden, der in Anbetracht gezogen wird.

Nachdem die Cleanstgas mit ihrem Holzgaserzeuger aktuell den Eintritt in den Markt noch nicht gewagt hat, ist der Marktanteil klarerweise gleich Null. Natürlich ist es ein langfristiges Ziel der Unternehmung, einen möglichst hohen Marktanteil zu erreichen. Für die Diplomarbeit ist es daher von Interesse, die Marktkapazität auszukundschaften.

Es soll hierfür folgendes erledigt werden:

- i. Filterkriterien auf den bestehenden Markt anwenden;
- ii. eine quantitative Aussage treffen.

c. Analyse der Mitbewerber

Um wettbewerbsfähig zu sein und zu bleiben, soll das bestehende Mitbewerberfeld immer im Auge behalten werden. Somit soll die eigene Konkurrenzfähigkeit hoch gehalten werden. Dazu sollen bestehende Mitbewerber observiert werden, gegen welche durch den Einstieg in den Markt angetreten wird.

Es soll beobachtet werden, von wem der Markt derzeit bedient wird. Es ist also nicht ausschließlich von Interesse, nur den Markt der Holzgaserzeugung zu betrachten. Es soll daher ein Schritt zurück gemacht werden und das gesamte Mitbewerberfeld der Kraft-Wärme-Kopplung zu berücksichtigen, d.h. sei es die KWK die fossile Energiequellen nutzen, als auch solche die erneuerbare Energieträger nutzen.

Bewusst wird hier der allgemeine Begriff Kraft-Wäre-Kopplung verwendet, da es neben dem Holzgaserzeuger auch andere Technologien gibt, welche aber prinzipiell die gleiche Branche bedienen.

Ein weiterer interessanter Punkt ist der Preis, mit welchem das eigene Produkt angeboten werden kann. Ausschlaggebend für die Preisgestaltung ist natürlich unter anderem der Preis, mit welchem Konkurrenten vergleichbare Produkte anbieten. Andere Aspekte sind natürlich Vorteile, die entgegen anderen Kunden geboten werden, wie z.B. die Reinheit des Holzgases, die niedrigen Abfälle und Abwässer, sowie der hohe Ausnutzungsgrad des Holzes und der hohe Wirkungsgrad.

Um die Mitbewerbersituation zu analysieren, soll folgend vorgegangen werden:

- i. Es soll ausgeforscht werden, wie viele Konkurrenten am weltweiten Markt existieren, die ein Produkt anbieten, das mit der selben oder ähnlicher Technologie arbeitet;
- ii. Erstellen einer Liste mit allen Anbietern und spezifisch der technischen Spezifikationen der Produkte, die eine Konkurrenz darstellen.
- iii. Die Preise der Konkurrenzanlagen ausforschen.
- iv. Die Preise vergleichen und eine Preisempfehlung für das Produkt abgeben, das auf den Markt gebracht werden soll.

d. Analyse der Standorte

Die strategische Wahl des Standorts kann für eine Pilotanlage sehr relevant sein. Diese Pilotanlage kann in Zukunft als Vorzeigeprojekt und als Referenz für dieses Produkt genutzt werden. Daher soll für die Wahl des Standorts ein Entscheidungszyklus mit Gewichtungskriterien durchgeführt werden, der zu einer durchdachten Entscheidung für den richtigen Standort der Pilotanlage führen soll. Für den Entstehungsprozess dieser Empfehlung des Standorts gilt also:

- i. Kriterien zur Standortwahl aussuchen;
- ii. Kriterien gewichten;
- iii. Mögliche Standorte kund machen,
- iv. Standorte vergleichen und bewerten;
- v. Eine Empfehlung abgeben:

**II. Normative Aspekte**

Um die gesetzlichen Rahmenbedingungen für den italienischen Markt zu klären, sind folgende Aufgabenstellungen zu erledigen.

a. Abklären des Genehmigungsverfahrens

Das Genehmigungsverfahren soll für das Gebiet abgeklärt werden, für welchen die Standort-Empfehlung für die Pilotanlage abgegeben wurde. Dazu soll auch eine Schätzung des Zeitraums getroffen werden, der für das Genehmigungsverfahren in Anspruch genommen wird. Diese Information ist für die Produktionsplanung wichtig, da man mit dieser Abschätzung den Termin für den Produktionsbeginn der Anlage besser festlegen kann.

Dazu sollen folgende Schritte eingeleitet werden:

- i. Abklären der gesetzlichen Rahmenbedingungen, besonders betreffend die Emissionen, Abfälle, Abwässer und den Brand- und Explosionsschutz;
- ii. Erforschen des nötigen Genehmigungsverfahrens für eine Anlage solcher Art;
- iii. Nötige Unterlagen, Genehmigungen und Bescheide, sowie Berichte und Gutachten ausfindig machen und in einer Liste aufschlüsseln;
- iv. Zeitliche Abstände der Genehmigungsverfahren abschätzen.

b. Abklären der Förderungen

Durch das Betreiben einer Anlage, die mit erneuerbaren Energien betrieben wird, erlangt man das Recht, auf Fördergelder zuzugreifen. Das Ausmaß dieser Gelder soll durch folgendes Vorgehen abgeklärt werden.

- i. Konsultieren der Gesetzestexte;
- ii. In Frage kommende Fördermechanismen erkunden;
- iii. Das Anrecht auf verschiedenen Förderquellen abklären, falls mehrere Fördermaßnahmen möglich sind (z.B. staatlicher Herkunft oder/und von Seiten der Provinz oder Region);
- iv. Falls verschiedene Fördersysteme in Frage kommen, diese vergleichen;
- v. Errechnen der Höhe der Fördermittel.

### III. Wirtschaftlichkeit

Für diesen Punkt sollen alle Informationen zusammenfließen, die davor ausgeforscht wurden und/oder bekannt sind. Dies soll genutzt werden, um die bestehende Wirtschaftlichkeitsrechnung zu ergänzen. Diese hat die Form einer Kapitalrückflussrechnung haben und soll mit den Daten für die italienische Situation ausgeweitet werden.

Dafür soll nach folgenden Punkten gearbeitet werden.

- i. Sammeln der bereits ausgearbeiteten Daten;
- ii. Einbringen von weiteren nötigen Werten und Parametern;
- iii. Treffen von Annahmen die erforderlich sind, um die Rechnung zu vervollständigen;
- iv. Zusammenbringen der Daten, Werte, Parameter und Annahmen mit der bestehenden Wirtschaftlichkeitsrechnung;
- v. Erstellen einer Sensitivitätsanalyse für ungewisse Parameter;
- vi. Graphisches Auswerten;

## 1.4 Untersuchungsbereich

Diese Arbeit siedelt sich im interdisziplinären techno-ökonomischen Schnittbereich zwischen Technik und Ökonomie an. Folgendes Bild soll diese Positionierung verbildlichen.

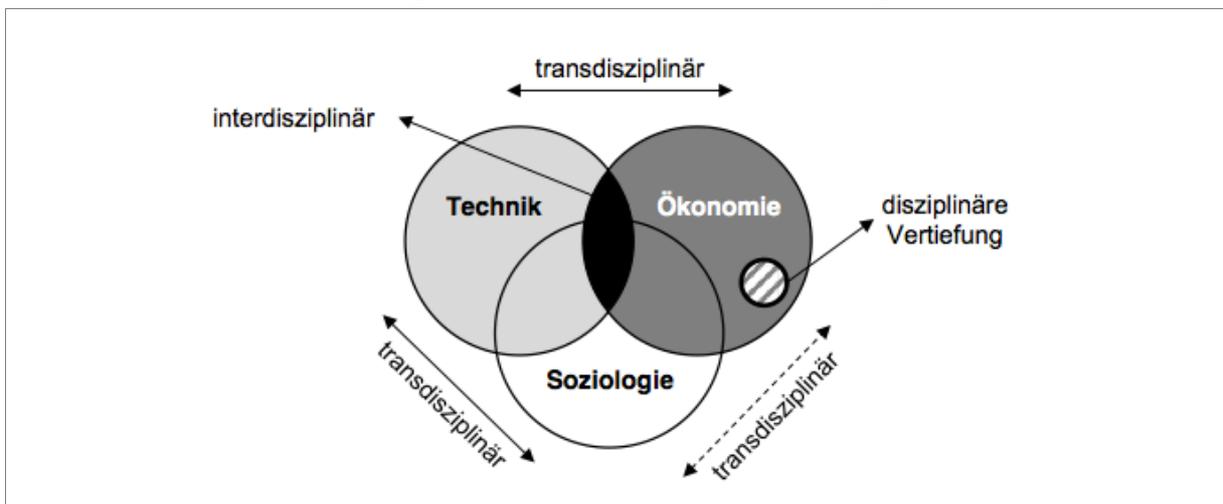


Abbildung 1: Orientierung des techno-ökonomischen Forschungs- und Lehransatzes<sup>1</sup>

Der Untersuchungsbereich der Diplomarbeit umfasst vier Bereiche.

- Zum Ersten der technische Bereich der Holzvergasung mit angeschlossener Kraft-Wärme-Kopplung;
- Zum Zweiten das Marketing, im engeren Sinne die Marktanalyse des potentiellen Markts und der agierenden Mitbewerber, das alles bezogen auf Italien;
- Zum Dritten das Recht im italienischem Staatsgebiet, insbesondere betreffend Genehmigungsverfahren und Förderungen auf staatlicher Ebene;
- Zu guter Letzt das Finanzmanagement (Rechnungswesen/Controlling), da eine Kapitalrückflussrechnung erstellt werden soll.

Diese vier Bereiche werden von einem fünften, übergeordneten Bereich eingerahmt, das Projektmanagement, das als richtunggebendes und überwachendes Werkzeug dienen soll.

<sup>1</sup> ZUNK, B. M.; BAUER, U. (2013) S. 6

## 2 Theoretische Grundlagen der Arbeit

Der theoretische Teil der Arbeit soll die Basis für die Methoden bilden, dessen operative Anwendung dann im Kapitel über die praktische Problemlösung dokumentiert wird (ab Seite 63). Für einen Wirtschaftsingenieur spaltet sich die Basis grundlegend in zwei Bereichen auf, die auch im Studium die zwei Säulen der vermittelten Wissensstruktur darstellen: die Wirtschaft und die Technik. Die speziellen Themen, die im Rahmen dieser Arbeit angewandt wurden und zu den beiden ebengenannten Fachgebieten zugehören, werden in diesem Kapitel sequentiell behandelt.

Falls irgendwelche Begriffe nicht deutlich erscheinen, oder die Definition mancher Begriffe im Rahmen dieser Arbeit unklar sind, wird an das Ende dieses Kapitels verwiesen (Kapitel 2.4: Definitionen, Seite 58). Dort können Definitionen ausgewählter Begriffe nachgelesen werden.

### 2.1 Die marktorientierte Unternehmung

Es gibt laut Straub grundsätzlich zwei Ansätze des Strategischen Managements: der **marktorientierte** und der **ressourcenorientierte** Ansatz.<sup>2</sup> Der marktorientierte Ansatz betrachtet vorerst das Umfeld, um folglich die Strategischen Entscheidungen für das Unternehmen zu treffen. Der ressourcenorientierte Ansatz richtet sich hingegen nach den Möglichkeiten und Kompetenzen die ein Unternehmen schon hat, um das Unternehmen an sich weiter zu entwickeln.<sup>2</sup>

Die Sicht auf den Markt steht im Rahmen dieser Arbeit im Vordergrund. In weiterer Folge werden dann die **Adaptionen** erörtert, die für das in Entwicklung stehende Produkt von Nöten sind, um grundsätzlich einen Eintritt in den betrachteten Markt zu ermöglichen. Daher kann in diesem Fall von einer marktorientierten Unternehmung gesprochen werden.

Es wird wie schon erwähnt, vorerst die Umwelt und die enthaltenen Systeme betrachtet, um rückschließend Maßnahmen zu formulieren, die für die unternehmerische Beständigkeit oder Entwicklung wichtig sind.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> vgl. STRAUB, T. (2011), S. 56

Folgendes Bild zeigt die verschiedenen Phasen zur Erstellung einer marktorientierten Unternehmensstrategie.

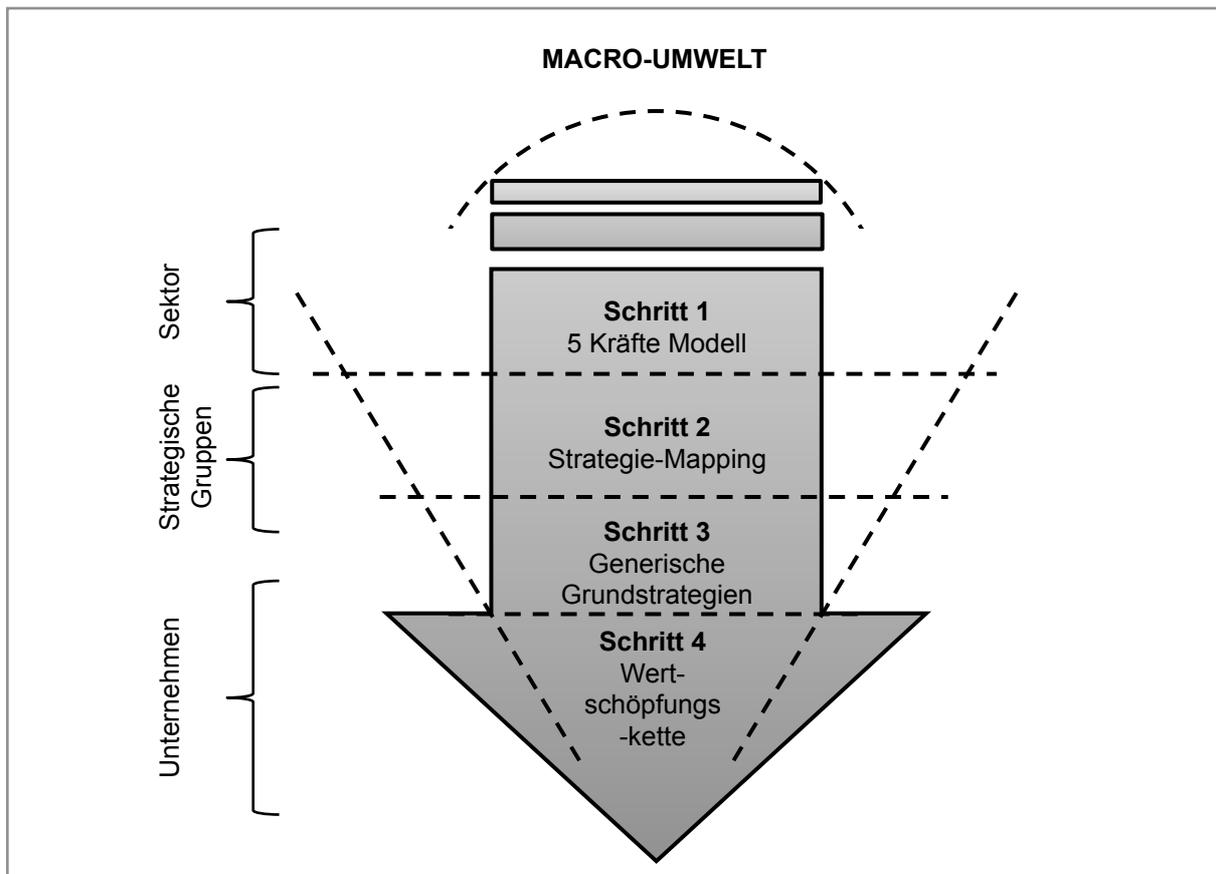


Abbildung 2: Macro-Umwelt<sup>3</sup>

Als erstes wird analysiert, welche Kräfte sich in der Branche spürbar machen können, hierfür wird eine **Branchenstrukturanalyse** erstellt. Dann soll ein **Strategie-Mapping** erstellt werden, im Zuge dessen die Unternehmen einer Branche weiter unterteilt werden. Nächster Schritt ist die Erstellung einer **generischen Grundstrategie**, bei der entschieden werden soll, wo sich das Unternehmen selbst ansiedeln soll, um den Mitbewerbern gegenüber einen Vorteil zu erlangen. Der letzte Schritt zur Formulierung der Unternehmensstrategie ist dann der Blick auf die **Wertschöpfungskette**, um die Nutzung der vorhandenen Ressourcen auch effektiv und effizient zu gestalten.<sup>4</sup>

### 2.1.1.1 Branchenstrukturanalyse

Mit Vorhandensein genügender Informationen, kann die eigene Wettbewerbssituation erarbeitet werden, wobei diese durch fünf Wettbewerbskräften in ein Equilibrium steht. Die folgende Abbildung soll diese fünf Kräfte (auch bekannt als Porters Five Forces) bildlich darstellen.

<sup>3</sup> STRAUB, T. (2011), S. 58

<sup>4</sup> vgl. STRAUB, T. (2011), S. 58 ff.

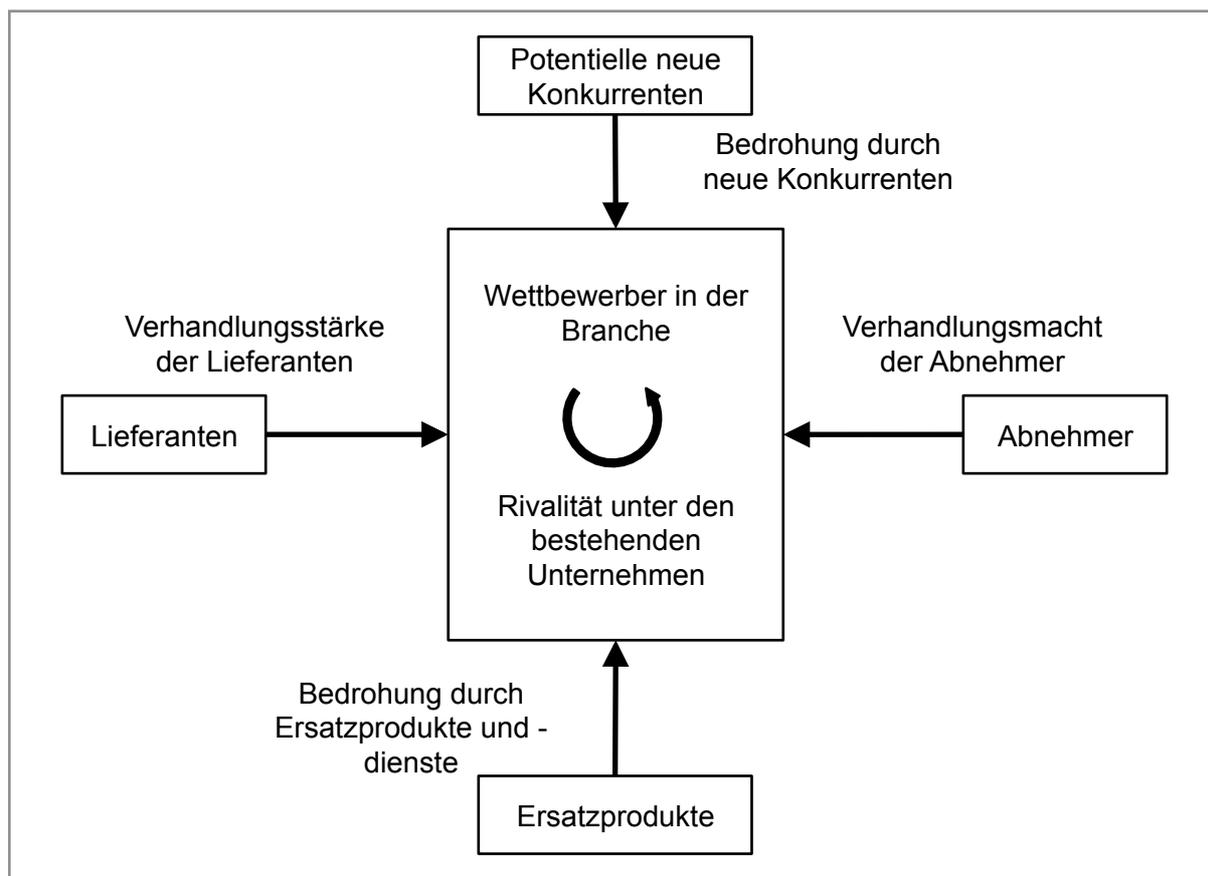


Abbildung 3: Die Triebkräfte des Branchenwettbewerbs<sup>5</sup>

Es gilt entweder, in diesem Zusammenspiel aus Kräften eine Rolle findig zu machen, aus welcher die eigene Position von den Wettbewerbskräften nicht bedroht wird, oder eine Rolle zu finden, aus welcher es möglich ist, die Wettbewerbskräfte zu manipulieren.<sup>6</sup>

Um aus dieser Situation und der Kenntnis der beeinflussenden Kräfte eine auf das Unternehmen bestmöglich zugeschnittene Strategie formulieren zu können, meint M. E. Porter, „[...] liegt der Schlüssel der Strategieentwicklung darin, unter der Oberfläche nach den Ursprüngen jeder dieser Kräfte zu suchen.“<sup>5</sup>

Das Wissen über diese Kräfte ist essentiell, um die Positionierung des eigenen Unternehmens besser zu definieren. Dabei helfen weiterführende Analysen weiter, um in Folge eine Marketing-Strategie auszuarbeiten.

### 2.1.1.2 Strategie-Mapping

Mit einem Strategie-Mapping wird versucht, die Unternehmen einer bestimmten Branche (vgl. Kapitel 2.4.8, Seite 61) je nach strategischer Ausrichtung einzuordnen. Dabei ist die Wahl der Kriterien zur Einteilung wesentlich, um das Mapping durchführen zu können.<sup>7</sup>

Ziel dieses Mappings ist, die untersuchte Branche weiter zu unterteilen.

<sup>5</sup> PORTER, M. E. (1992), S.26

<sup>6</sup> vgl. PORTER, M. E. (1992), S.26

<sup>7</sup> vgl. STRAUB, T. (2011), S. 60 f.

### 2.1.1.3 Generische Grundstrategie

Nachdem die Zielbranche strategisch untersucht worden ist, kann mit der Formulierung der eigenen Strategie fortgefahren werden. Ziel dieser Formulierung ist, sich selbst einen Vorteil gegenüber dem Wettbewerb zu verschaffen.<sup>8</sup>

Folgende Abbildung zeigt die verschiedenen Strategien, die ein Unternehmen lt. Porter wählen kann.

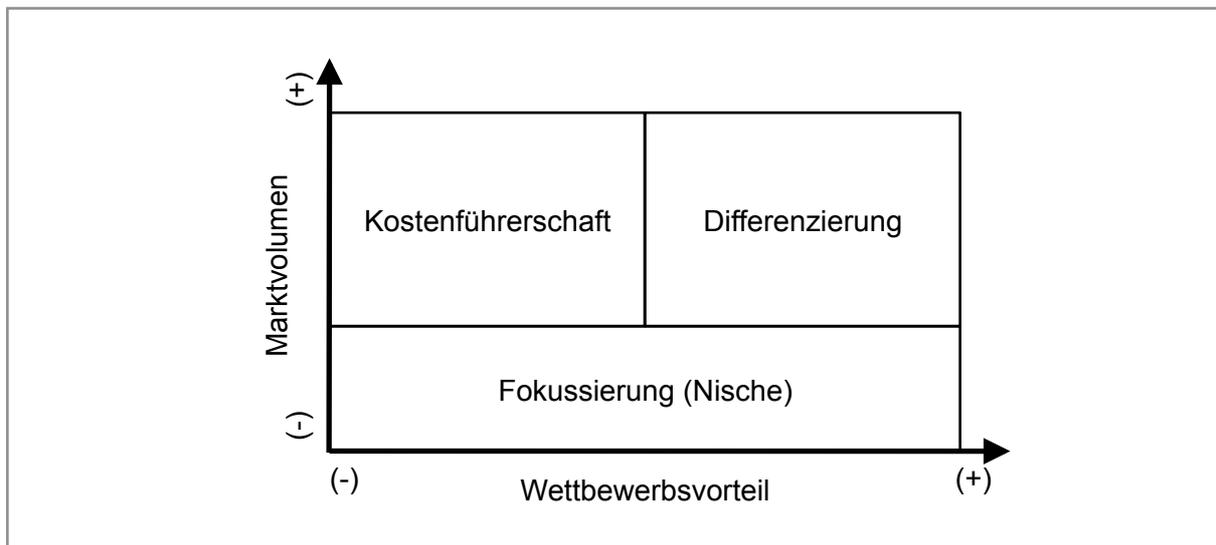


Abbildung 4: Die drei generischen Strategien nach Porter<sup>9</sup>

Dabei umfasst die Strategie der **Kostenführerschaft**, die Preisgestaltung so durchzuführen, dass dem Kunden der beste Preis geboten werden kann. Die Qualität soll allerdings mit dem Wettbewerb vergleichbar sein (vgl. Kapitel 2.2.5: Preismanagement, Seite 29). Die **Differenzierung** zielt darauf ab, einen höheren Kundennutzen im Vergleich mit der Konkurrenz aufweisen zu können. **Fokussierung** verfolgt hingegen die Strategie, ein Produkt oder eine Dienstleistung anzubieten, die sonst nur wenige oder am besten gar niemand anbieten kann.<sup>10</sup>

### 2.1.1.4 Wertschöpfungskette

Zur Umsetzung der bisherig beschriebenen Schritte zur Formulierung einer Strategie soll zu Letzt noch ein Blick auf die Wertschöpfungskette gegeben werden. Diese Wertschöpfungskette ist der Prozess in einem Unternehmen, aus dem sich die **Marge** rauskristallisiert und ist der Prozess, den es zu optimieren gilt, um im Endeffekt gegenüber den Mitbewerbern den entscheidenden Vorteil zu generieren.<sup>11</sup> Dieses Vorgehen ist wichtig, um wettbewerbsfähig zu bleiben und somit einen Gewinn zu erwirtschaften. Damit soll ein langfristiges Bestehen einer Unternehmung gesichert werden.

<sup>8</sup> vgl. STRAUB, T. (2011), S. 62 f.

<sup>9</sup> STRAUB, T. (2011), S. 62

<sup>10</sup> vgl. STRAUB, T. (2011), S. 62 f.

<sup>11</sup> vgl. STRAUB, T. (2011), S. 64

Folgende Abbildung soll die genannte Wertschöpfungskette in einem Unternehmen bildlich darstellen.

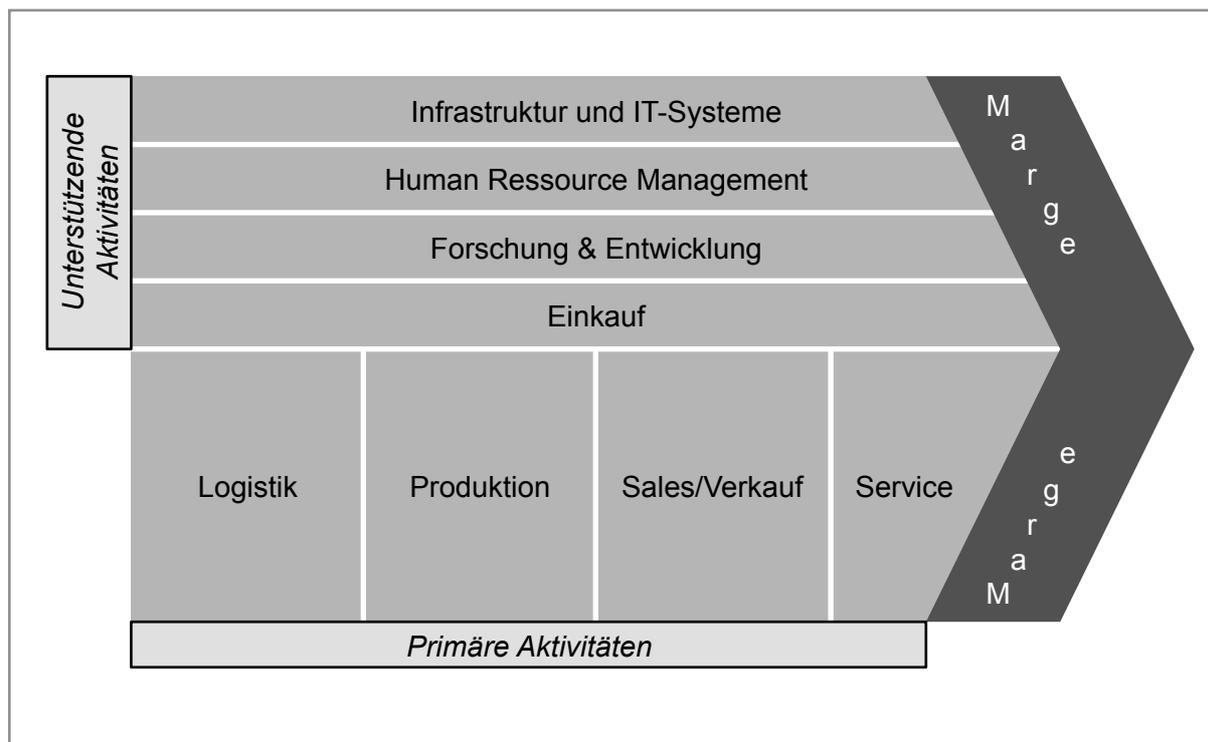


Abbildung 5: Wertschöpfungskette nach Straub, in Anlehnung nach Porter<sup>12</sup>

Es kann also diese Wertschöpfungskette in **primäre** und **unterstützende Aktivitäten** unterteilt werden. Die primären Aktivitäten gehen nacheinander vor sich, während die unterstützenden Aktivitäten sich quer über die gesamte Wertschöpfungskette ausbreiten und alle primären Aktivitätsbereiche bei dessen Wirtschaften unterstützt.

### 2.1.1.5 Internationalisierung

Yip beschreibt in seinem Buch zur globalen Wettbewerbsstrategie vier unterschiedliche Branchenglobalisierungstreiber: **Markt, Kosten, Regierung** und **Wettbewerb**<sup>13</sup>.

Diese vier Aspekte sollten also sehr genau unter die Lupe genommen werden, wenn die Überlegung im Raum steht, einen internationalen Markt zu betreten.

Dabei kann zwischen einer multilokalen und einer globalisierten Strategie unterschieden werden. Während die **multilokale** Strategie versucht, lokal die Wettbewerbsstrategie an ein Maximum zu treiben, verfolgt die **globalisierte** Strategie durch eine Vereinheitlichung die Unternehmung zu optimieren.<sup>14</sup>

Es ergeben sich durch diese Betrachtungen verschiedene Dimensionen, an denen geregelt werden kann, um die Strategie anzupassen. Diese sind:<sup>14</sup>

- **Marktbeteiligung**, im Sinne der Wahl der Länder, die betreten werden sollen,<sup>14</sup>
- **Produkte/Dienstleistungen**, im Sinne der Wahl, welche Produkte/Dienstleistungen in welchen Ländern zu welchen Konditionen verfügbar sind,<sup>14</sup>

<sup>12</sup> STRAUB, T. (2011), S. 64 nach PORTER, M. E. (1986)

<sup>13</sup> YIP, G. S. (1992), S. 26 ff.

<sup>14</sup> YIP, G. S. (1992), S. 30

- **Ansiedlung der wertsteigernden Aktivitäten**, im Sinne der Wahl, welche Schritte der Wertschöpfungskette in welchen Ländern verrichtet werden sollen,<sup>14</sup>
- **Marketing**, im Sinne der Wahl, wie sich das Unternehmen in welchen Ländern wie präsentiert und<sup>14</sup>
- **Wettbewerbsmaßnahmen**, im Sinne der Wahl, welcher Wettbewerbsmaßnahmen in welchen Ländern ergriffen werden sollen.<sup>14</sup>

Das Marketing nimmt auch hier eine wichtige Stellung ein. Daher soll das nächste Kapitel dieses Argument behandeln, das offensichtlich in einer marktorientierten Unternehmensstrategie eine grundsätzliche Rolle einnimmt.

## 2.1.2 Marketing

Die Wichtigkeit von Innovation in einem Unternehmen für dessen Bestehen auf langfristiger Dauer ist bereits bekannt und anerkannt. Dabei geht aus Literatur hervor, dass die Bedeutung des Marketings sehr groß ist, um aus einer Invention eine erfolgreiche Innovation zu machen<sup>15</sup>.

Marketing spielt in einer Unternehmung die marktorientiert aufgebaut ist, eine sehr große Rolle, wie die beiden Worte schon vermuten lassen. Als Marketing versteht sich allerdings nicht nur der Verkauf von Produkten und Dienstleistungen, sondern auch das in der Wertschöpfungskette noch viel früher anstehende identifizieren der Kunden und somit auch das Einordnen der Kundenwünsche.<sup>16</sup>

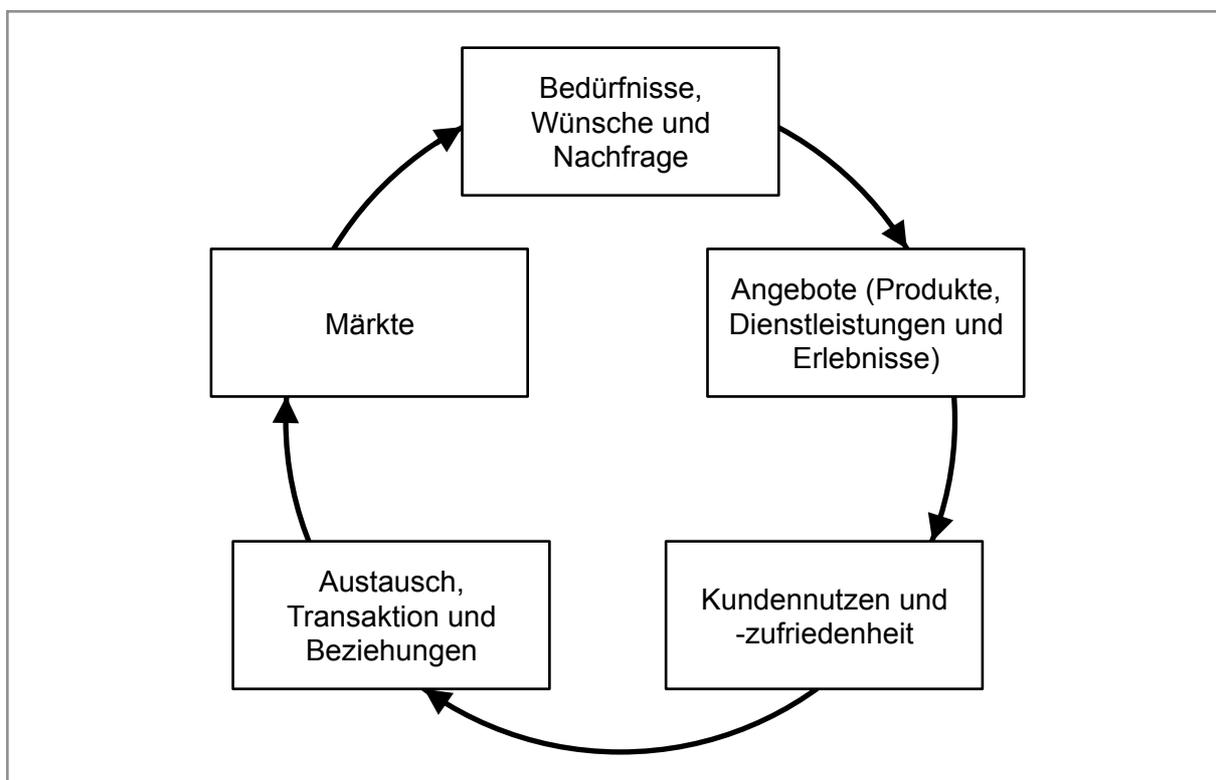


Abbildung 6: Bausteine des Marketingkonzeptes<sup>17</sup>

<sup>15</sup> vgl. TSCHÉULIN, D. K.; HELMIG, B. (2001), S.707

<sup>16</sup> vgl. KOTLER, P.; ARMSTRONG, A., SAUNDERS, J.; et al. (2007), S. 40

<sup>17</sup> KOTLER, P.; ARMSTRONG, A., SAUNDERS, J.; et al. (2007), S. 40

Die allgemeine Aufgabe des Marketings besteht nach Grimm aus vier Punkten, die es zu erfüllen hat:<sup>18</sup>

- die **Unterstützung** bei der Findung eines Ziels durch verschiedene Analysen des Marktes,<sup>18</sup>
- die eigenen **Ziele** des Marketings preis zu geben und diese in die allgemeine Zielfindung einfließen zu lassen,<sup>18</sup>
- die definierten Ziele durch operative **Handlungen** zu erreichen,<sup>18</sup>
- den **Fortschritt** bei der Erreichung der Ziele zu monitorieren, die Dynamik der Märkte im Auge zu behalten und die Systeme aktuell halten.<sup>18</sup>

Dabei ergeben sich speziell bei einem potentiell innovativen Produkt, je nach Kategorisierung bestimmter Charakteristika, verschiedene Besonderheiten die beim Marketing beachtet werden sollten.

### 2.1.2.1 Marketing-Mix

Ziel aller Analysen und Betrachtungen im Vorfeld ist es, für das eigene Produkt ein gutes Marketing-Mix zu entwickeln. Dieser Mix besteht grundsätzlich aus vier Komponenten<sup>19</sup>:

- **Produkt:** damit ist das Erzeugnis des Wertschöpfungsprozesses einer Unternehmung gemeint.<sup>19</sup>
- **Promotion:** ist die Vielzahl an „[...] Aktivitäten mit denen die Vorzüge des Produkts an die Kaufinteressenten kommuniziert werden und mit denen man diese als Kunden gewinnen kann.“<sup>20</sup>
- **Preis:** ist der Wert, den der Kunde bereit ist zu zahlen. Oft variiert der Preis zwischen dem, was der Hersteller für das Erzeugnis haben will und dem, was der Händler am Markt verlangen kann.<sup>19</sup>
- **Platzierung:** sind die logistischen Anstrengungen eines Unternehmens, das Produkt an den Interessenten auf dem Markt zu bringen.<sup>19</sup>

Die nächste Abbildung soll die Verbindung graphisch verdeutlichen, welche die Verbindungspfeiler zwischen Unternehmung und den Markt bilden.

---

<sup>18</sup> GRIMM, S. (2004), S. 64

<sup>19</sup> vgl. KOTLER, P.; ARMSTRONG, A., SAUNDERS, J.; et al. (2007), S.121 f. und

<sup>20</sup> KOTLER, P.; ARMSTRONG, A., SAUNDERS, J.; et al. (2007), S.122

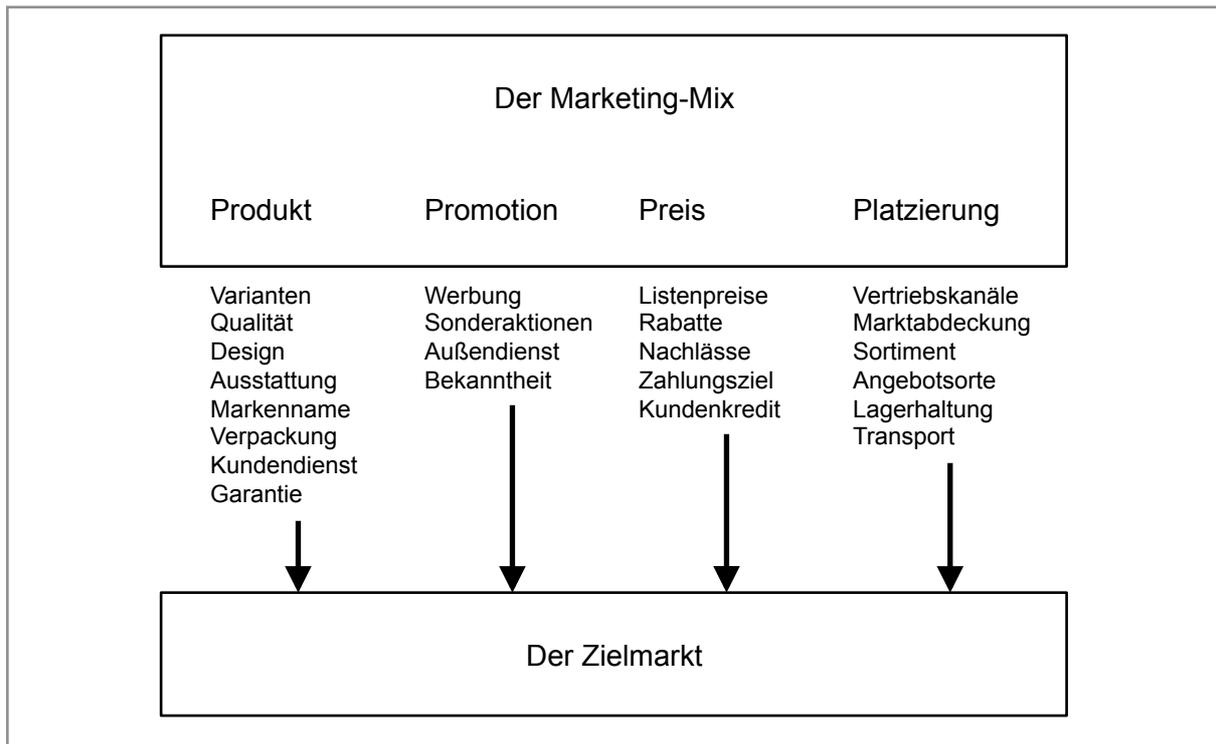


Abbildung 7: „Ps“ als Instrumente des Marketing-Mix<sup>21</sup>

Wird die Definition des Marktsegments (Kapitel 2.4.4, Seite 59) vor Augen gehalten, kann behauptet werden, dass unterschiedliche Marktsegmente auch unterschiedliche Erfordernisse haben und damit wahrscheinlich auch ein verschiedenes Marketing-Mix benötigen.

### 2.1.2.2 Informationsfluss zwischen Unternehmen und Kunden

Passend zum Punkt Promotion soll hier kurz der Informationsstand von potentiellen Kunden bei Einführung eines neuen Produkts angesprochen werden.

Bei der Markteinführung weltneuer Technologien soll auf die **Informationsasymmetrie** geachtet werden und diese dabei möglichst abgebaut werden.<sup>22</sup> Informationsasymmetrie ist in diesem Sinne als ein Ungleichgewicht zu verstehen, das zwischen der Menge an Informationen herrscht, die ein Kunde gerne hätte und der Menge, die ein Unternehmen diesem Kunden auch geben will.<sup>22</sup>

<sup>21</sup> KOTLER, P.; ARMSTRONG, A., SAUNDERS, J.; et al. (2007), S.121

<sup>22</sup> vgl. TSCHEULIN, D. K.; HELMIG, B. (2001), S.712 f.

Demnach soll für verschiedene Asymmetrie-Situationen entsprechend agiert werden. Das geeignete Vorgehen bei Bestehen einer solchen Informationsasymmetrie soll mit folgender Tabelle erklärt werden.<sup>22</sup>

Information...	Typ von Eigenschaft	Maßnahmen
die man durch Wahrnehmung aufnimmt	Sucheigenschaft	Eigenschaften 'ausstellen'
die man durch Erfahrung bekommt	Erfahrungseigenschaft	Garantie, Probe
die man glauben kann	Vertrauenseigenschaft	Reputation, Zertifikat

Tabelle 1: Eigenschaftstyp und Maßnahmen zum Abbau asymmetrischer Information<sup>23</sup>

Je nach Bestehen von Informationsbedarf mit den jeweiligen Eigenschaften gilt es, das Marketing so zu betreiben, dass die gewünschten Informationen auch richtig an den Kunden kommen.<sup>22</sup>

Jedenfalls erscheinen Garantien konkret für den Betrieb einer neuartigen, hochtechnologischen Anlagentypologie sehr wichtig zu sein, solange die potentiellen Kunden auf keine Erfahrungen zur Technologie zurückgreifen können. Auch Klarheit über die Eigenschaften des eigenen Produkts zu schaffen trägt wesentlich dazu bei, einen Überschuss an möglicherweise nicht korrekten Informationen entgegen zu steuern.<sup>22</sup>

### 2.1.2.3 Zeitpunkt des Markteintritts

Betreffend den Punkt Platzierung im Rahmen des Marketing-Mix', spielt die Wahl des richtigen Zeitpunkts für die Einführung in den Zielmarkt nach Tscheulin eine wichtige Rolle, um den Weg zu einem erfolgreichen Markteintritt zu ebnen. Somit soll eine Innovation aus einer Invention gemacht werden.<sup>24</sup> Allerdings sollen die Risiken der Wahl des Zeitpunktes immer vor Augen gehalten werden. Diese können wie folgt unterschieden werden.

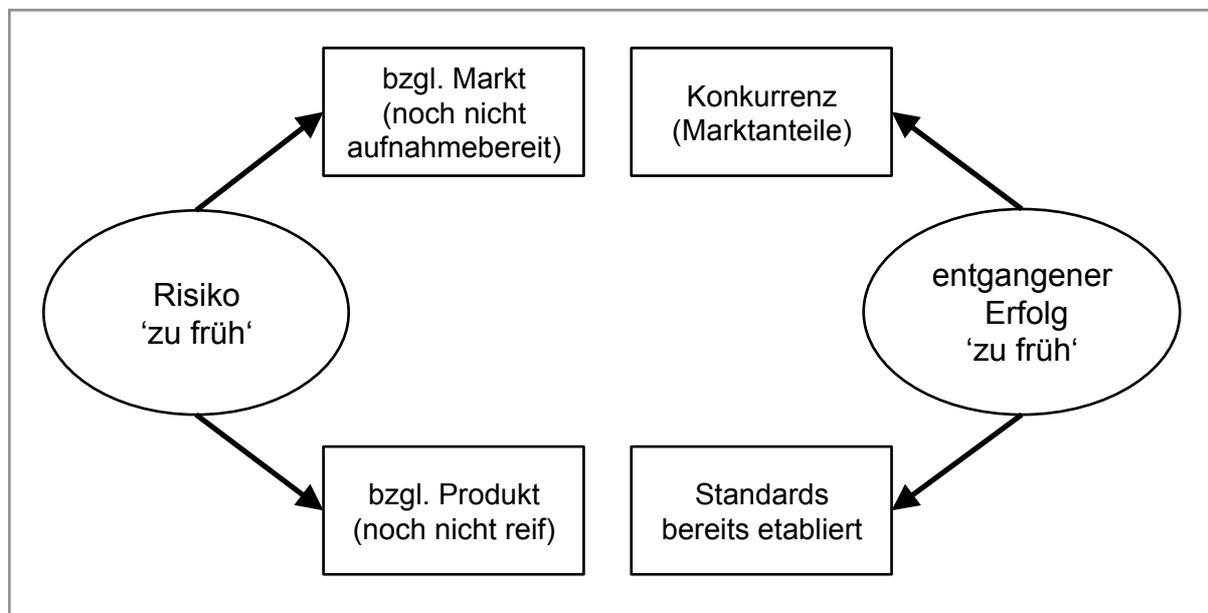


Abbildung 8: Risiken des Timing<sup>25</sup>

<sup>23</sup> TSCHULIN, D. K.; HELMIG, B. (2001), S.713

<sup>24</sup> vgl. TSCHULIN, D. K.; HELMIG, B. (2001), S.713

<sup>25</sup> TSCHULIN, D. K.; HELMIG, B. (2001), S.714

Zudem empfiehlt Tscheulin eine „unternehmensübergreifende Aufgabenteilung und -integration“<sup>26</sup>, um ein erfolgreiches Schnittstellenmanagement zu erreichen. Dieser Aspekt kann sehr markante Auswirkungen auf den Erfolg der Unternehmung haben. Fokus auf Kernkompetenzen setzen, Risiken splitten, **Teambuilding** fördern um in Situationen mit zeitlichem Druck besser klar zu kommen.<sup>27</sup>

### 2.1.3 Marktforschung

Um die Situation auf den Märkten gut einschätzen zu können, ist es wichtig, den Markt in dem agiert werden soll, immer gut im Bild zu haben. Dafür sollte ein Unternehmen durch eine geeignete Marktforschung, die Situation immer beobachten, um im Fall einer drastischen Änderung diese frühzeitig zu erkennen und entsprechend agil darauf antworten zu können.

Laut Grimm ist die Basis für eine erfolgreiche Marktanalyse das Vorhandensein von Informationen. Diese können dann zu Wissen umgeformt und gebündelt werden, indem sie im richtigen Kontext verwendet werden.<sup>28</sup>

Dieser Informationsbedarf erstreckt sich über alle Bereiche der Marktanalyse, von der Potentialanalyse bis zu der Analyse aller potentiellen Mitbewerber.<sup>28</sup>

Pepels meint in seinem Werk, dass die Marktforschung dem Unternehmen folgende Informationen liefern soll:

- „Informationen zur **Beurteilung** der Marketingsituation
- Informationen für die **Zielplanung** und **Zielerreichung**
- Informationen für die Planung und **Kontrolle** des Einsatzes der marketingpolitischen Instrumente
- Informationen für **Analyse** und **Prognose** der Kosten (Weis 1993, S. 72 f.)<sup>29</sup>

Berekhoven beschreibt den Marktforschungsprozess wie im folgenden Bild dargestellt wird. Dabei besteht der gesamte Prozess aus klar definierten Phasen. Mit Hilfe einer Iterationsschleife und den dazugehörigen Soll-Ist-Vergleich, soll der Prozess gesteuert werden.

---

<sup>26</sup> TSCHULIN, D. K.; HELMIG, B. (2001), S.715 f.

<sup>27</sup> vgl. TSCHULIN, D. K.; HELMIG, B. (2001), S.715 f.

<sup>28</sup> GRIMM, S. (2004), S. 48 f.

<sup>29</sup> PEPELS, W. (1999), S. 51

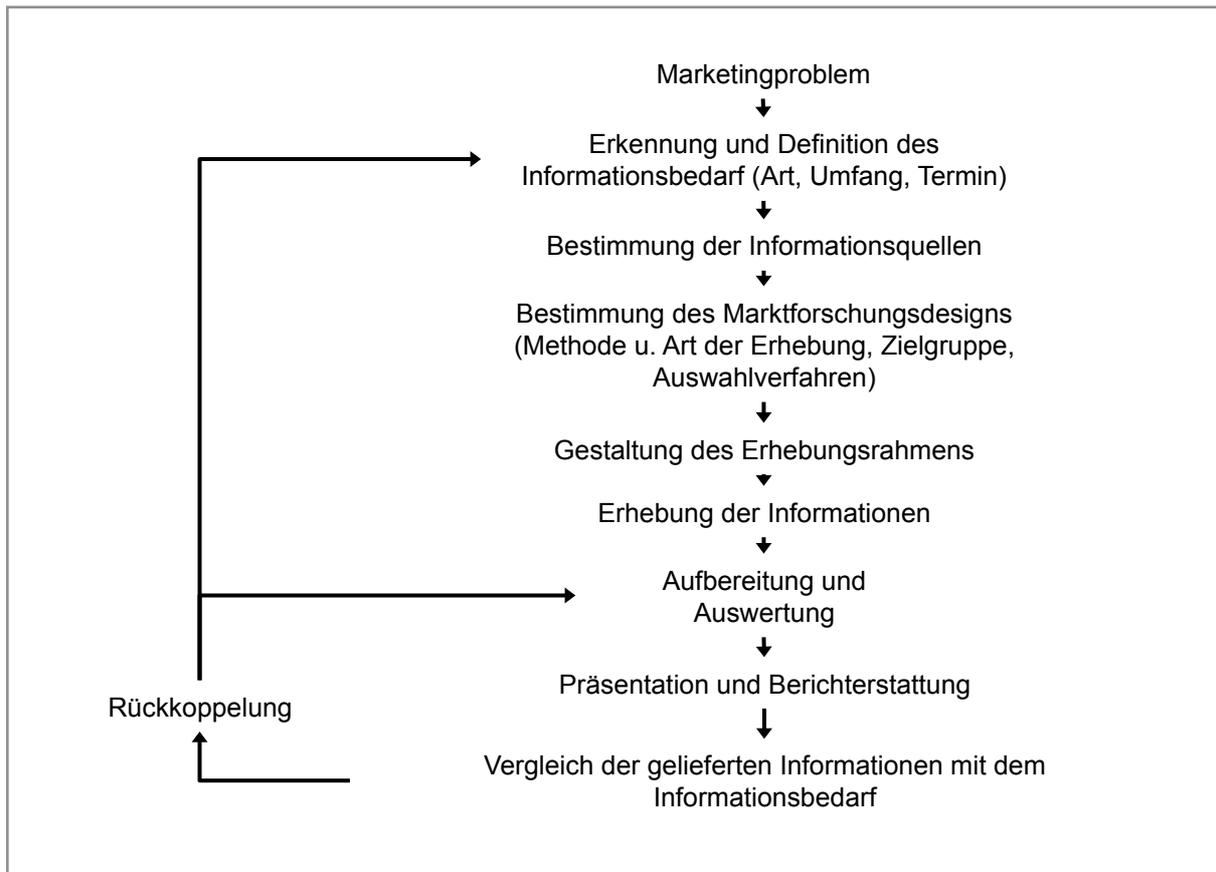


Abbildung 9: Idealtypischer Ablauf des Marktforschungsprozesses<sup>30</sup>

Hollensen unterteilt in seinem Werk je nach Herangehensweise die Quellen für Marktforschung in zwei Kategorien<sup>31</sup>:

- **Primärdaten:** sind Daten, die nur zum Zweck der Informationserhebung des dazugehörigen Marketingproblems erhoben wurden. Die Erhebung solcher Daten ist in der Regel sehr teuer und nehmen zur Sammlung mehr Zeit in Anspruch, geben aber genauere Auskunft über das formulierte Problem.<sup>31</sup>
- **Sekundärdaten:** „[...] bereits vorhandenes Informationsmaterial, das in der Regel für einen anderen Zweck zusammengetragen wurde.“<sup>32</sup> Die Erstellung einer Marktforschung mit Sekundärdaten trägt allerdings eine kleine Unsicherheit mit sich, da von vornhinein nicht klar ist, ob mit einer solchen Datenquelle das Problem überhaupt behandelt werden kann.

Sekundärdaten können laut Kotler von verschiedenster Herkunft sein:<sup>33</sup>

1. **Interne Datenquelle**<sup>33</sup>
2. **Externe Datenquelle**<sup>33</sup>
  - a. Berichte von öffentlichen Stellen und Wirtschaftsverbänden<sup>33</sup>
  - b. Veröffentlichungen spezieller Institute und Marktforschungsdienstleister<sup>33</sup>
  - c. Wirtschaftspresse, Fachzeitschriften, Bücher<sup>33</sup>
  - d. Firmenveröffentlichungen<sup>33</sup>

<sup>30</sup> BEREKOVEN, L.; ECKERT, W.; ELLENRIEDER, P. (2006), S. 36

<sup>31</sup> vgl. HOLLENSEN, S. (2010), S. 596 f.

<sup>32</sup> KOTLER, P.; KELLER, K. L.; BLIEMEL, F. (2007), S. 166

<sup>33</sup> vgl. KOTLER, P.; KELLER, K. L.; BLIEMEL, F. (2007), S. 167 f.

### 3. **Neuere** Datenquellen: elektronische Datenbanken, elektronische Datenvermittlungsorganisationen, Informationen-Broker und Internet<sup>33</sup>

Dabei gibt es laut Berekhoven bei der Sammlung von Informationen qualitative Bewertungskriterien und ökonomische Betrachtungen, dessen Beachtung bei der Erstellung einer Marktforschung notwendig ist.

Die qualitativen Bewertungskriterien sind laut dieser Quelle:<sup>34</sup>

- **Nützlichkeit:** hiermit ist der Wert der Information für den Empfänger gemeint und ob die Information für die Erreichung des gesetzten Ziels von Hilfe ist.<sup>34</sup>
- **Vollständigkeit:** gemeint ist dabei die Vollständigkeit der Information in Hinblick auch das verfolgte Ziel. Falls eine Information zur Ausarbeitung des Problems nicht benötigt wird, weil es z.B. überflüssig ist, aber trotzdem für die objektive Vollständigkeit der Daten dazugehören würde, kann sie trotzdem vernachlässigt werden, da sie subjektiv nicht benötigt wird.<sup>34</sup>
- **Aktualität:** klarerweise sind aktuellere Informationen für dessen Beitrag im Zusammenhang mit der Marktforschung zur Lösung eines Problem hochwertiger als ältere Informationen. Trotzdem muss oft auf ältere Daten zurückgegriffen werden, da oft aktuelle Daten nicht vorhanden sind oder weil sich möglicherweise seither nicht viel geändert hat. Aktuelle Daten sind dennoch klar zu bevorzugen, um die Aktualität der getätigten Arbeit nicht zu kompromittieren.<sup>34</sup>
- **Wahrheit:** von diesem Faktor hängt eigentlich die gesamte Glaubwürdigkeit der Arbeit ab. Oft ist es nicht einfach oder gar nicht möglich, die Herkunft der Daten und dessen Verlässlichkeit zu bestätigen. Es besteht damit ein Abhängigkeitsverhältnis mit der Informationsquelle diesbezüglich.<sup>34</sup>

Was die ökonomischen Betrachtungen betrifft, ist die einzige relevante Betrachtung laut Berekhoven: „Informationen sind dann bzw. so weit zu beschaffen, wie deren Kosten geringer sind als die durch ihre Verwendung verursachten Erträge.“<sup>35</sup> Praktisch ist der einzige bedeutende Faktor hier die Rentabilität der Information. Allerdings ist dabei ein gewisses Risiko miteinzuberechnen, da der Wert einer gesammelten Information erst zu schein kommt, sobald die Information auch vorliegt.<sup>36</sup>

#### 2.1.4 Markteintrittsstrategie

Die Entwicklung einer Strategie basiert auf das Wissen, das im Vorfeld über den Markt gesammelt werden konnte. Mit Hilfe eines richtigen Marketings soll das Erreichen der zuvor gesetzten Ziele bestmöglich unterstützt werden.

Dabei gehören in einem High-Tech-Unternehmen drei wichtige Aufgaben zu einer korrekten Formulierung einer Geschäftsfeldstrategie:<sup>37</sup>

- die **Festlegung** auf eine oder mehrere bestimmte Zielbranchen,<sup>37</sup>
- die internationale **Ausrichtung**<sup>37</sup> und
- die **Differenzierung** des Unternehmens in einem bestimmten Markt, sei es über die Kostenführerschaft oder ein bestimmtes Image.<sup>37</sup>

<sup>34</sup> vgl. BEREKOVEN, L.; ECKERT, W.; ELLENRIEDER, P. (2006), S. 26 f.

<sup>35</sup> BEREKOVEN, L.; ECKERT, W.; ELLENRIEDER, P. (2006), S. 29

<sup>36</sup> vgl. BEREKOVEN, L.; ECKERT, W.; ELLENRIEDER, P. (2006), S. 29

<sup>37</sup> GRIMM, S. (2004), S. 49

Dabei kann sich ein Unternehmen mit dessen Produkt beim Eintritt in den Markt auf verschiedene Arten positionieren. Dafür hat folgende Abbildung soll diese Möglichkeiten bildlich darstellen.

#### 2.1.4.1 Gefahren eines Markteintritts

Ein Eintritt in einem neuen Markt bringt natürlich auch gewisse Risiken mit sich. Diese werden von Porter auch Eintrittsbarrieren bezeichnet.

Porter unterscheidet sieben Eintrittsbarrieren beim Eintritt in einen Markt. Diese sind:<sup>38</sup>

1. Betriebsgrößensparnisse („Economies of Scale“),<sup>38</sup>
2. Produktdifferenzierung,<sup>38</sup>
3. Kapitalbedarf,<sup>38</sup>
4. Umstellungskosten,<sup>38</sup>
5. Zugang zu Vertriebskanälen,<sup>38</sup>
6. Größenunabhängige Kostennachteile, diese unterteilen sich in:<sup>38</sup>
  - a. Besitz von Produkttechnologien,<sup>38</sup>
  - b. Günstiger Zugang zu Rohstoffen,<sup>38</sup>
  - c. Günstige Standorte,<sup>38</sup>
  - d. Staatliche Subventionen,<sup>38</sup>
  - e. Lern- oder Erfahrungskurve<sup>38</sup> und
7. Staatliche Politik.<sup>38</sup>

Ein Aspekt, der laut Porter sehr genau zu betrachten ist, ist der für den Eintritt **kritische Preis**. Zu diesem Thema wird aber näheres im Kapitel 2.2.5: Preismanagement (Seite 29) geschrieben.

#### 2.1.4.2 Wachstumsstrategien

Sobald ein Markt betreten wurde und die definierte Position am Markt eingenommen wurde, kann weiter entschieden werden, welche Strategie verfolgt werden will, um ein langfristiges Bestehen zu ermöglichen.

---

<sup>38</sup> vgl. PORTER, M. E. (1992), S. 29 - 37

Die nachstehende Abbildung soll einen Überblick über die verschiedenen Wachstumsstrategien nach Ansoff geben.

	Bestehende Produkte	Neue Produkte
Bestehende Märkte	Marktdurchdringung	Produktentwicklung
Neue Märkte	Marktentwicklung	Diversifikation

Abbildung 10: Produkt Produkt/Markt-Matrix nach Ansoff<sup>39</sup>

**Marktdurchdringung** sieht eine sehr hohe Marketing-Aktivität vor, um Bestehende Produkte auf bestehende Märkte zu etablieren.<sup>40</sup>

**Marktentwicklung** sieht vor bestehende Produkte auf neue Märkte zu bringen, um somit den eigenen potentiellen Markt zu vergrößern.<sup>40</sup>

**Produktentwicklung** sieht vor, die langfristige Existenz des Unternehmens durch Einführen von neuen Produkten auf bestehende Märkte zu ermöglichen.<sup>40</sup>

**Diversifikation** sieht die Entwicklung von neuen Produkten für neue Märkte vor. Das bedeutet, dass die Unternehmung einen neuen Unternehmenszweig kreieren muss.<sup>40</sup>

## 2.2 Wirtschaftlichkeitsrechnung

Falls es sich beim Produkt, das vermarktet werden soll um im Falle eine Produktionsanlage handelt, die hauptsächlich in B2B-Märkten vermarktet werden soll, ist es wichtig abzuschätzen zu können, ob das Produkt auch Abnehmer finden wird. Dazu kann es von Vorteil sein, vorab eine Wirtschaftlichkeitsrechnung durchzuführen, um zu sehen, ob das Produkt einen Vorteil für den Kunden bringt und von welchem Ausmaß dieser Vorteil ist. Damit kann u.a. die Information gewonnen werden, ob die Investition in das verkaufte Produkt für einen potentiellen Kunden auch Sinn ergibt.

Diese Information kann dazu auch als weiteres Verkaufsargument gegenüber einem potentiellen Kunden verwendet werden, um diesem die Vorteilhaftigkeit der Investition klar zu machen.

Um die gesamte Betrachtung abzurunden, können mit der aufgebauten Informationsbasis noch weitere Kennzahlen berechnet werden, die in der Wirtschaftswelt üblich sind, um den potentiellen Kunden am B2B-Markt mit weiteren Informationen zum Produkt zu versorgen.

<sup>39</sup> KOTLER, P.; ARMSTRONG, A., SAUNDERS, J.; et al. (2007), S.109

<sup>40</sup> vgl. KOTLER, P.; ARMSTRONG, A., SAUNDERS, J.; et al. (2007), S.109

## 2.2.1 Kapitalrückfluss (Cash-Flow)

In der Literatur wird dieses Verfahren auch „Methode der vollständigen Finanzpläne“<sup>41</sup> genannt. Alle Betrachtungen um eine Wirtschaftlichkeitsrechnung fließen zu Ende in eine Kapitalflussrechnung (Cash-Flow-Statement). Dieser Cash-Flow stellt das Zusammenspiel der Einnahmen und Ausgaben dar. Folgende Abbildung soll die Stellung von Einnahmen und Ausgaben in einer Unternehmung identifizierbar machen.

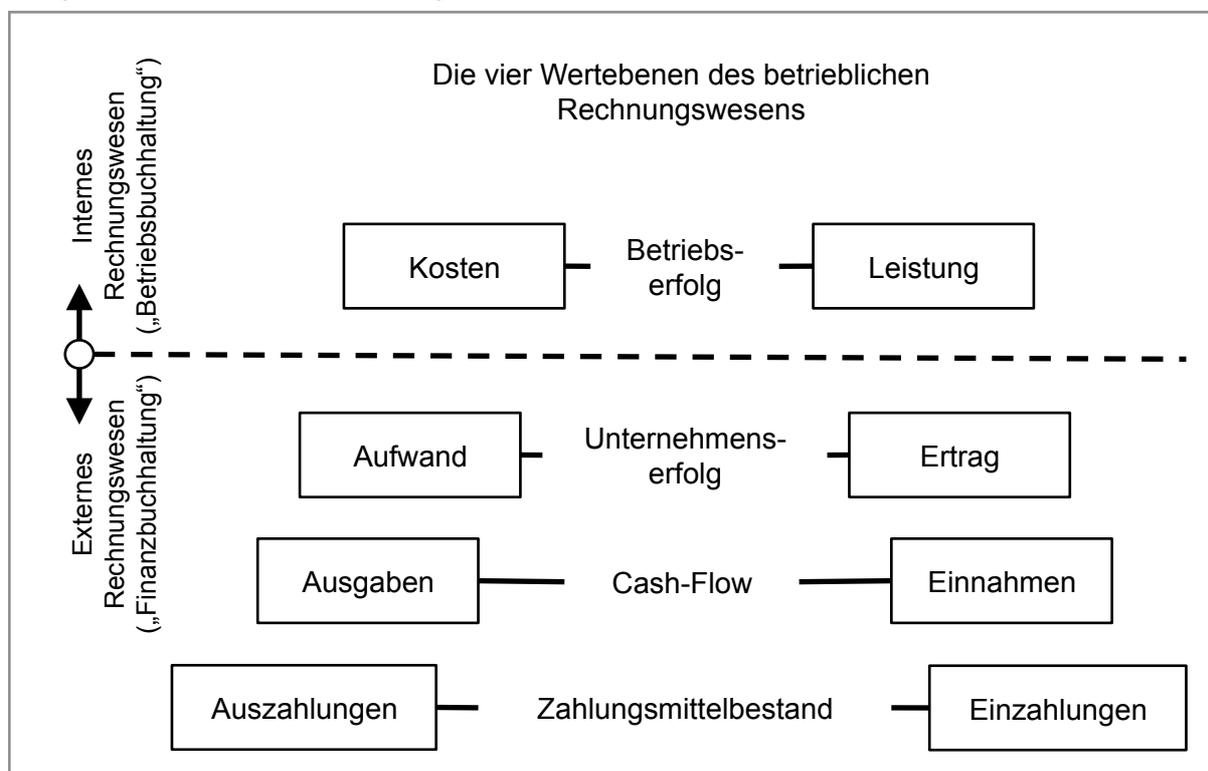


Abbildung 11: Die vier Wertebenen des betrieblichen Rechnungswesens<sup>42</sup>

Werden die Definitionen von Ausgaben (Kapitel 2.4.9, Seite 61) und Einnahmen (Kapitel 2.4.11, Seite 61) und den korrespondierenden Definitionen für Aus- und Einzahlungen bei der Betrachtung dieses Schemas mit einbezogen, kann der Unterschied erkannt werden.

Bei Ausgaben und Einnahmen ist es irrelevant, ob das Geld auch geflossen ist, bereits das Entstehen einer Verbindlichkeit oder einer Forderung ist genug, um eine Änderung des Cash-Flows zu bewirken. Bei Aus- und Einzahlungen handelt es sich hingegen um die effektive Bezahlung.<sup>43</sup>

Hintergedanken bei der Erstellung einer solchen Betrachtung ist die Beobachtung der Liquidität der Unternehmung als wesentlicher Bestandteil der eigenen Fähigkeit zu einem längerfristigen Bestehen.<sup>44</sup>

Da im Rahmen dieser Arbeit immer mit der Cash-Flow Ebene gearbeitet wird, wird bewusst immer von Einnahmen und Ausgaben geschrieben, auch wenn die Literatur in gewissen Punkten manchmal von Ein- und Auszahlungen schreibt (insbesondere für das Kapitel zur dynamischen Investitionsrechnung).

<sup>41</sup> GÖTZE, U. (2008), S. 119

<sup>42</sup> ZUNK, B. M.; GRBENIC, S.; BAUER, U. (2013), S. 15

<sup>43</sup> vgl. ZUNK, B. M.; GRBENIC, S.; BAUER, U. (2013), S. 16

<sup>44</sup> vgl. REICHMANN, T. (2001), S. 39 f.

## 2.2.2 Dynamische Investitionsrechnung

Die Eigenheit der dynamischen Investitionsrechnung ist, dass diese sich über mehreren Perioden erstreckt<sup>45</sup> und dabei der Zeitpunkt einer Investition mit einem bestimmten Zinssatz berücksichtigt wird.<sup>46</sup>

Es kann also behauptet werden, dass ein dynamisches Verfahren zur Investitionsrechnung der Realität deutlich näher kommt als ein statisches Verfahren.<sup>46</sup>

### 2.2.2.1 Kapitalwertmethode

Die Barwertmethode, in der Literatur auch „Discounted Cash Flow-Methode“<sup>47</sup> oder Kapitalwertmethode genannt, ist ein Verfahren, bei dem alle zukünftigen Ein- und Ausgaben auf die Gegenwart bezogen werden, um eine Investition besser beurteilen zu können.<sup>48</sup>

Dafür werden Einnahmen und Ausgaben, dessen Anfallen im Rahmen einer Investitionstätigkeit angenommen wird, immer auf einen definierten Zeitpunkt auf- oder abgezinst. Dieser Zeitpunkt wird meistens auf den Zeitpunkt festgelegt, der vor der Anfangsinvestition liegt, also praktisch der Zeitpunkt null.<sup>49</sup>

Die Werte, die auf den definierten Zeitpunkt bewertet wird, nennen sich Barwerte, während die Summe daraus Kapitalwert genannt wird.<sup>49</sup>

Dabei meint Götze zur Interpretation dieser Summe der Barwerte: „Ein Investitionsobjekt ist absolut vorteilhaft, falls sein Kapitalwert größer ist als Null. Ein Investitionsobjekt ist relativ vorteilhaft, falls sein Kapitalwert größer ist als der eines jeden anderen zur Wahl stehenden Objektes.“<sup>50</sup>

### 2.2.2.2 Annuitätenmethode

Auch die Annuitätenmethode ist ein Mittel um zu bestimmen, ob eine Investition rentabel ist oder nicht. Der Wert, nach dem diese Entscheidung getroffen ist, nennt sich eben Annuität. Diese steht für einen Überschuss an Mitteln, der jährlich im Durchschnitt anfällt. Praktisch bedeutet die Annuität ein jährlicher Betrag, den das Investitionsprojekt wert ist.<sup>51</sup>

„Die Annuität [...] eines Investitionsobjekts kann berechnet werden, indem der Kapitalwert [...] des Objekts mit dem Wiedergewinnungsfaktor multipliziert wird.“<sup>52</sup>

Wenn die Annuität einem positiven Betrag entspricht, bedeutet das, dass die Anfangsinvestition über die Investitionsdauer wieder eingebracht werden kann.<sup>51</sup>

Die Kapitalwertmethode und die Annuitätenmethode stehen eigentlich im direkten Zusammenhang und spiegeln somit eigentlich die selbe Information wieder. Nur hat die Annuitätenmethode den Vorteil, dass sie als periodische Größe dem buchhalterischen Gewinn gegenübergestellt werden kann und dass Investitionsoptionen mit verschiedenen Nutzungsdauern direkt verglichen werden können.<sup>53</sup>

---

<sup>45</sup> vgl. GÖTZE, U. (2008), S. 66 f.

<sup>46</sup> vgl. POGGENSEE, K. (2011), S.108

<sup>47</sup> REICHMANN, T. (2001), S. 261

<sup>48</sup> vgl. POGGENSEE, K. (2011), S.124

<sup>49</sup> vgl. GÖTZE, U. (2008), S. 71

<sup>50</sup> GÖTZE, U. (2008), S. 71

<sup>51</sup> vgl. POGGENSEE, K. (2011), S.145

<sup>52</sup> GÖTZE, U. (2008), S. 94

<sup>53</sup> vgl. REICHMANN, T. (2001), S. 262

### 2.2.2.3 Interne Zinsfußmethode

Oder auch Interne Zinssatzmethode genannt, entspricht auch einem Verfahren der dynamischen Investitionsrechnung.<sup>54</sup> Der interne Zinsfuß entspricht dem Zinssatz, bei dem der Kapitalwert gleich Null wird.<sup>53</sup>

Die Vorgehensweise, wie die Investition bewertbar gemacht werden kann, ist durch den Vergleich mit einem verlangten betriebsinternen mindesten Zinssatz.<sup>53</sup>

Zur Bewertung dieser Information gilt: „[...]bei mehreren zur Wahl stehenden Investitionsprojekten ist dasjenige zu wählen, das den höchsten internen Zinsfuß aufweist.“<sup>55</sup>

### 2.2.2.4 Dynamische Amortisationsrechnung

In der Literatur kann dieser Wert auch als „Pay-Off-Dauer, Kapitalwiedergewinnungszeit oder Kapitalrückflusszeit“ gefunden werden.

Dabei stellt dieser Wert eine Zeitdauer in der Nutzungsdauer eines Investitionsprojekts dar. Es handelt sich um den Zeitraum, nach welchem die Überschüsse aus dem Betrieb einer Investition das dafür investierte Kapital wieder eingebracht hat.<sup>56</sup>

Die Zeitspanne, bis die Summe der zeitlich bewerteten Überschüsse (Barwerte) den Betrag der Anfangsinvestition erreicht haben und somit der kumulierte Barwert gleich null ist, nennt sich Amortisationszeit.<sup>57</sup> und <sup>58</sup> Liegt die Nullmarke zwischen zwei Zeitpunkten, in denen abgerechnet wird, kann linear interpoliert werden, um eine Näherung der genauen Amortisationszeit zu erhalten.<sup>58</sup>

### 2.2.2.5 Return on Investment (ROI)

Der Return on Investment (ROI) ist ein Verhältnis zwischen Betriebsergebnis und dem Kapital, das eingesetzt wurde um das Betriebsergebnis zu erwirtschaften. Dabei ist der ROI ein Maß des betriebsbedingten Zuwachses des Eigenkapitals einer Unternehmung.<sup>59</sup>

„Er ist ein Indikator für die nachhaltige Ertragskraft eines Unternehmens.“<sup>60</sup>

Dabei kann dieser Kennwert nicht nur für die gesamte Unternehmung, sondern auch für Investitionsobjekt oder andere Teilbereiche eines Unternehmens durchgeführt werden. Dieser Wert bietet also eine recht aussagekräftige Information.<sup>59</sup>

## 2.2.3 Kalkulation (Kuppelprodukt)

Wenn im Rahmen der Erstellung einer Leistung zwei oder mehrere Produkte gleichzeitig anfallen, kann zur Zuordnung der gesamten anfallenden Kosten an das jeweilige Produkt, die Methode der Kuppelproduktkalkulation herangezogen werden.<sup>61</sup>

<sup>54</sup> vgl. GÖTZE, U. (2008), S. 96

<sup>55</sup> REICHMANN, T. (2001), S. 262

<sup>56</sup> GÖTZE, U. (2008), S. 107

<sup>57</sup> vgl. REICHMANN, T. (2001), S. 263

<sup>58</sup> vgl. GÖTZE, U. (2008), S. 108

<sup>59</sup> vgl. REICHMANN, T. (2001), S. 37

<sup>60</sup> REICHMANN, T. (2001), S. 37

<sup>61</sup> ZUNK, B. M.; GRBENIC, S.; BAUER, U. (2013), S. 127

### 2.2.3.1 Restwertmethode

Falls ein Hauptprodukt und ein oder mehrere Nebenprodukte hergestellt werden, kann die Restwertmethode zur Berechnung der Herstellkosten hergenommen werden. Allerdings sind bei dieser Methode die jeweiligen Kosten zur Herstellung den einzelnen Nebenprodukten nicht zuordenbar.<sup>61</sup>

Bei dieser Methode werden die Gesamtkosten um die Erlöse der Nebenprodukte geschmälert und der überbleibende Betrag (Restwert) dem Hauptprodukt pro Einheit zugerechnet.<sup>61</sup>

### 2.2.3.2 Verteilungsmethode

Falls hingegen im Rahmen des Leistungsprozesses keine eindeutige Unterteilung in Haupt- oder Nebenprodukt gemacht werden kann, die Produkte also als Hauptprodukte bezeichnen muss, kann die Verteilungsmethode zur Berechnung der Herstellkosten herangezogen werden.<sup>62</sup>

Dabei wird bei dieser Methode mit Äquivalenzziffern gerechnet, die nach der Kostentragfähigkeit des Produkts zugeteilt werden. Das Merkmal, nach dem die Äquivalenzziffer berechnet wird, muss für alle Produkte des Kuppelproduktionsprozesses eindeutig zuteilbar sein. Es kann also sowohl der Marktpreis, wie die erwirtschafteten Einnahmen, als auch die Erzeugungsmenge sein.<sup>62</sup>

### 2.2.3.3 Preisdynamischer Annuitätsfaktor

Der Preisdynamische Annuitätsfaktor ist Teil einer Berechnungsmethode, die im Rahmen der VDI-Richtlinie 2067 zur „Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen“ benutzt wird.<sup>63</sup> Da diese Richtlinie für Berechnungen von Anlagen der Art, wie sie in dieser Arbeit behandelt werden, sehr geläufig ist, soll diese Methode auch besprochen und angewandt werden. Besonders für die Berechnung der Selbstkosten wird im Rahmen dieser Richtlinie der preisdynamische Annuitätsfaktor verwendet.<sup>63</sup>

Konkret wird dieser Faktor folgendermaßen berechnet:<sup>64</sup>

$$ba = b * a$$

Dieser preisdynamische Annuitätsfaktor setzt sich nach genau dieser Richtlinie aus der Annuität (a) und dem preisdynamischen Barwertfaktor (b) zusammen. Die Annuität wird auch Kapitalwidergewinnungsfaktor genannt (für die Definition, siehe Kapitel 2.4.14, Seite 62) und wird wie folgt berechnet:<sup>64</sup>

$$a = \frac{q^T * (q - 1)}{q^T - 1}$$

q... Zinssatz

T... Anzahl der Perioden

Der preisdynamische Barwertfaktor wird hingegen um neben dem Zinssatz auch die Preissteigerung in die Betrachtungen mit einzubeziehen. Die Formel für den preisdynamischen Barwertfaktor setzt sich wie folgt zusammen:<sup>64</sup>

<sup>62</sup> ZUNK, B. M.; GRBENIC, S.; BAUER, U. (2013), S. 127 f.

<sup>63</sup> vgl. VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (2000), S. 15

<sup>64</sup> VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (2000), S. 15

$$b = \frac{1 - \left(\frac{r}{q}\right)^T}{q - r}$$

q... Zinssatz

r... Preissteigerung

T... Anzahl der Perioden

Durch multiplizieren der Annuität mit dem preisdynamischen Barwertfaktor ergibt sich der behandelte preisdynamische Annuitätsfaktor. Dieser Faktor ermöglicht es, die Preissteigerung über die gesamte Nutzungsdauer konstant zu verteilen. Somit kann eine über die Jahre durchschnittliche Ausgabe berechnet werden.<sup>65</sup>

Für jeden Ausgabepunkt der mit einer Preissteigerung betrachtet werden soll, kann also ein eigener dynamischer Annuitätsfaktor berechnet werden.<sup>65</sup>

## 2.2.4 Instandhaltung

Instandhaltung setzt sich laut Definition aus Wartung, Inspektion und Instandsetzung zusammen.<sup>66</sup>

Wartung umfasst alle „Maßnahmen zur Bewahrung des Sollzustandes von technische mitteln eines Systems“<sup>67</sup>, während Inspektion als die „Maßnahmen zur Feststellung und Beurteilung des Istzustandes von technischen Mitteln eines Systems“<sup>67</sup> bezeichnet wird. Instandsetzung gilt hingegen, als die „Maßnahmen zur Wiederherstellung des Sollzustandes von technischen Mitteln eines Systems“<sup>67</sup>.

Um die Kosten für die Instandhaltung quantifizieren zu können, wurden zwei Werke herangezogen. Zum einen die Publikation „BHKW-Kenndaten 2011“ der Arbeitsgemeinschaft für Sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V. (ASUE), zum Anderen die bereits erwähnte VDI-Richtlinie 2067 „Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen.“

### 2.2.4.1 BHKW-Motor

Für die Generalüberholung und für Instandhaltungsverträge betreffend den BHKW-Motor wird die Publikation der Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch (ASUE) herangezogen, weil diese spezifisch für diese Art von Verbrennungsmotoren erstellt wurde, während die VDI 2067 weniger spezifisch ist, aber indikativ für die restliche Anlage ist. Dabei muss bedacht werden, dass sich die Publikation der ASUE auf Biogas-Motoren bezieht und diese Überlegungen also für Motoren, die mit Holzgas betrieben werden, mit etwas Vorsicht zu genießen sind.<sup>68</sup>

Aus dieser Publikation der ASUE sind zwei Formeln zu entnehmen, die einen Richtwert für die Quantifizierung der Kosten für die Generalüberholung des Motors und auch für einen Instandhaltungsvertrag geben können. Diese beiden Formeln lauten:

- $830,23 * x^{-0,2683}$  €/kW<sub>el</sub> für die Generalüberholung<sup>69</sup> und
- $17,053 * x^{-0,4782} * 0,01$  €/kWh<sub>el</sub> für den Instandhaltungsvertrag<sup>70</sup>.

<sup>65</sup> vgl. VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (2000), S. 15 ff.

<sup>66</sup> vgl. VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (2000), S. 4

<sup>67</sup> VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (2000), S. 4

<sup>68</sup> vgl. ASUE ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR SPARSAMEN UND UMWELTFREUNDLICHEN ENERGIEVERBRAUCH E.V. (2011), S. 5

<sup>69</sup> ASUE ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR SPARSAMEN UND UMWELTFREUNDLICHEN ENERGIEVERBRAUCH E.V. (2011), S. 14

Wobei  $x$  für die elektrische Leistung des Motors mit Generator stehen soll.  
Es folgen die zwei zu den Formeln gehörigen Grafiken.

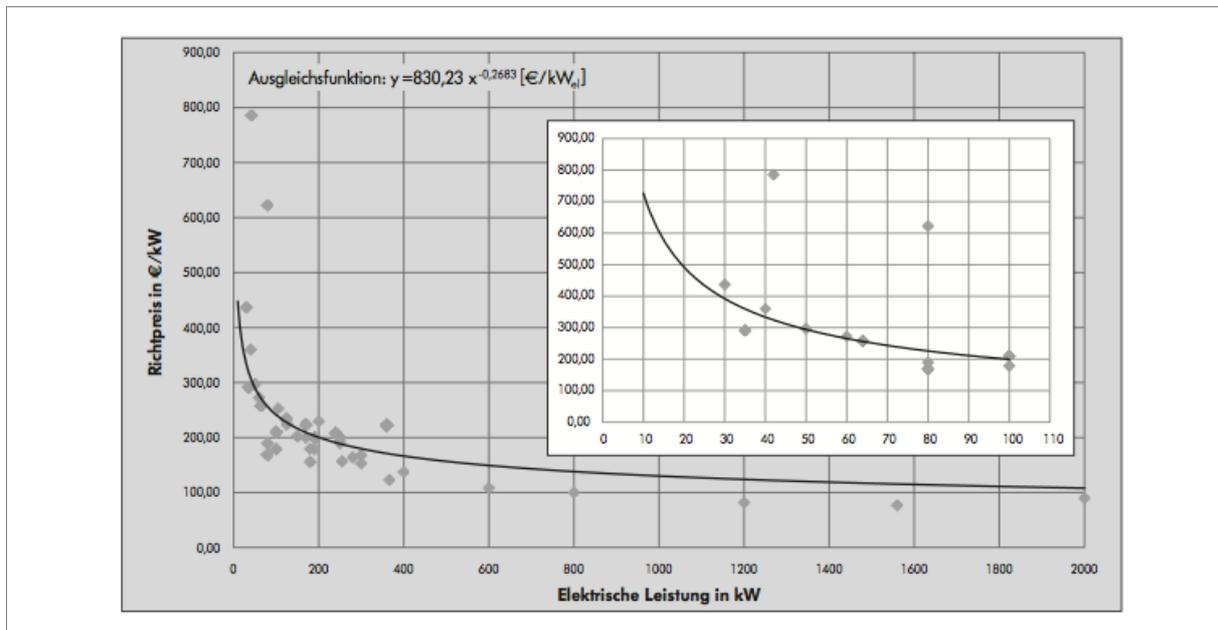


Abbildung 12: Spezifische Richtpreise für die Generalüberholung von Biogas-BHKWs<sup>71</sup>

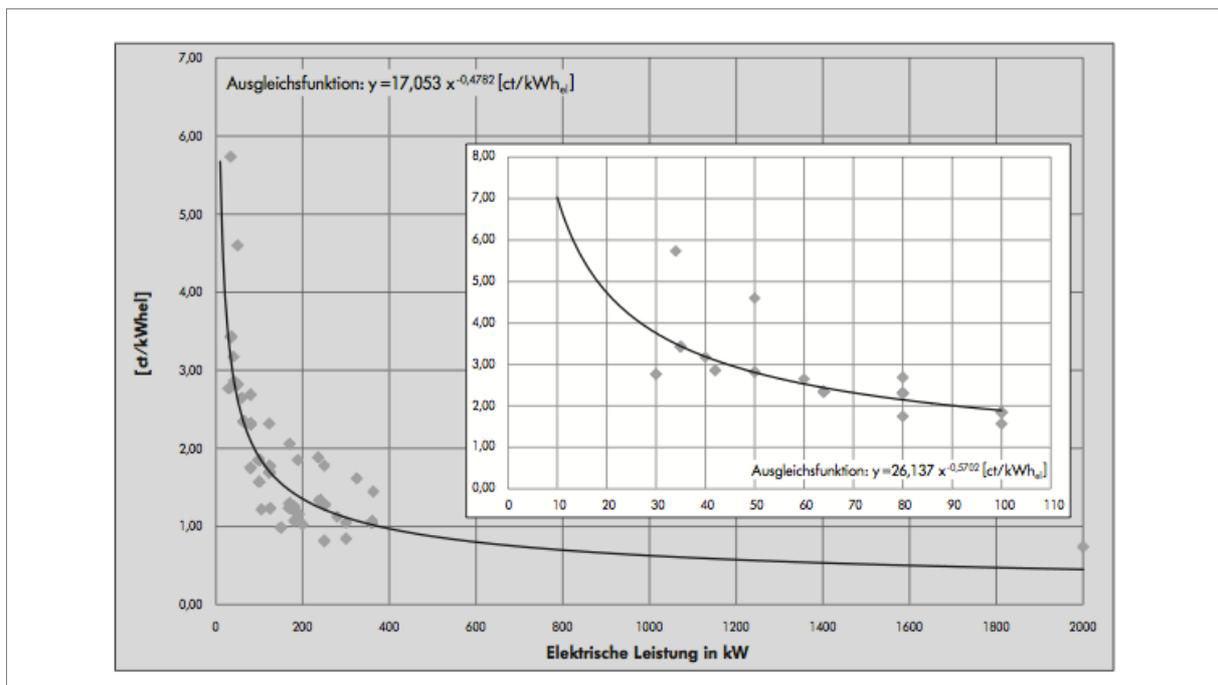


Abbildung 13: Spezifische Kosten von Instandhaltungsverträgen für Biogas-BHKWs<sup>72</sup>

<sup>70</sup> ASUE ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR SPARSAMEN UND UMWELTFREUNDLICHEN  
ENERGIEVERBRAUCH E.V. (2011), S. 15  
<sup>71</sup> ASUE ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR SPARSAMEN UND UMWELTFREUNDLICHEN  
ENERGIEVERBRAUCH E.V. (2011), S. 14  
<sup>72</sup> ASUE ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR SPARSAMEN UND UMWELTFREUNDLICHEN  
ENERGIEVERBRAUCH E.V. (2011), S. 15

### **2.2.4.2 Gaserzeugung und Reinigung**

Für die restliche Anlage, sprich die Anlage zur konkreten Erzeugung des Holzgases und zur Reinigung dieses Gases vor Einbringung in den Verbrennungskraftmotor, können wie bereits erwähnt die Angaben aus der VDI-Richtlichtlinie 2067, „Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen“, herangezogen werden.<sup>73</sup>

Durch den Daten die in dieser Norm enthalten sind, kann mit Einberechnen der Anlagengrößen wie Installierte Leistung und produzierte Energie, ein empirisch ermittelter Wert ermittelt werden, der mit den real anfallenden Kosten für die Instandhaltung sehr gut übereinstimmt.

---

<sup>73</sup> vgl. VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (2000)

## 2.2.5 Preismanagement

Porter schreibt in seinem Buch von einem „für den Eintritt kritischen Preis“<sup>74</sup>. Es ist natürlich immer zu beachten, ob der Markt der betrachtet wird, betreten werden soll, oder ob bereits in diesem gewirtschaftet wird.

Preismanagement ist im Business-to-Business (B2B) Bereich sehr komplex, und der Fortschritt der Professionalisierung in diesem Bereich entwickelt sich gerade.<sup>75</sup> Dieses Kapitel soll einen Überblick über die Grundlagen dieses Bereichs des Marketings geben.

### 2.2.5.1 Preispositionierung

Die **Preis-Nutzen-Positionierung** eines Produktes am Markt ist ein sehr wichtiger Aspekt. Die Handlungen diesbezüglich sollen sehr gut überlegt werden. Es soll immer ein gutes Verhältnis zwischen den beiden Aspekten Kundennutzen und Preis gehalten werden. Zum einen verhindert das, dass Kunden verloren gehen und zum anderen verhindert es, dass mögliche erzielbare Margen nicht genutzt werden.

Folgendes Bild soll diese möglichen Positionierungen darstellen.

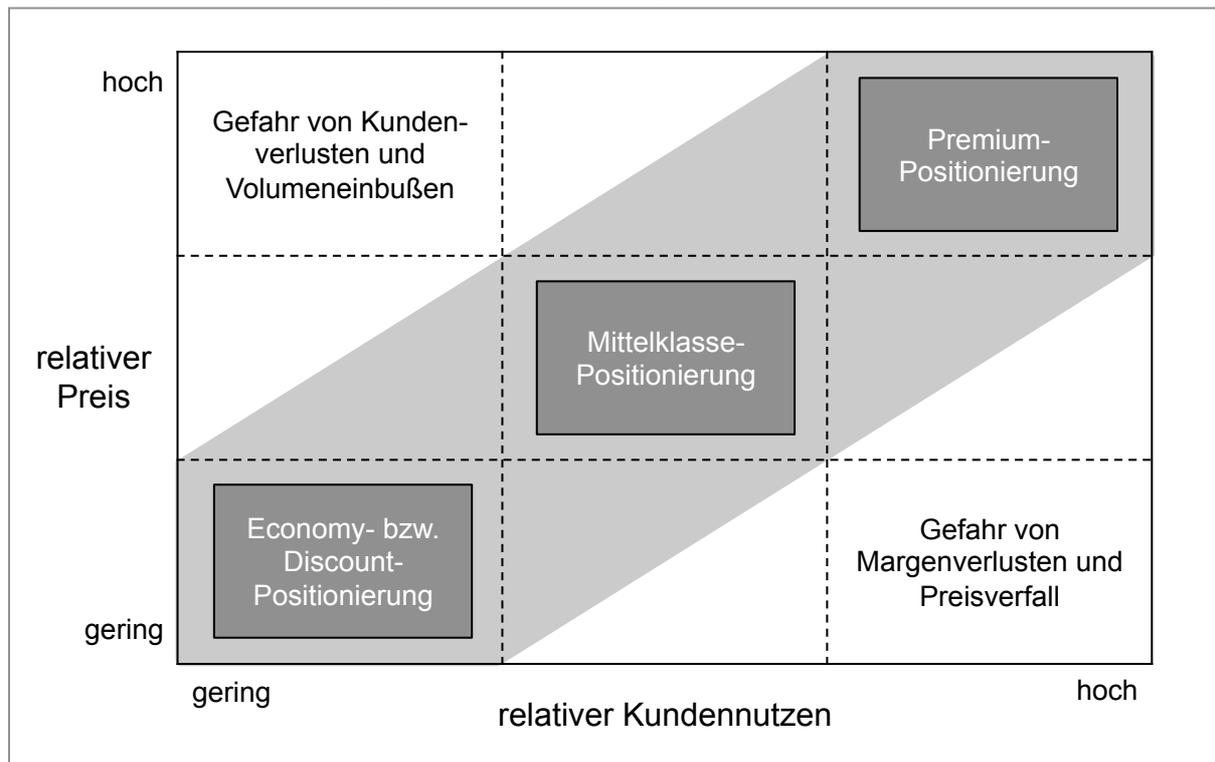


Abbildung 14: Preis-Leistungspositionierung im Vergleich zum Wettbewerb<sup>76</sup>

<sup>74</sup> PORTER, M. E. (1992), S.38

<sup>75</sup> vgl. HOMBURG, C.; TOTZEK, D. (2011)

<sup>76</sup> HOMBURG, C.; TOTZEK, D. (2011), S. 30

### 2.2.5.2 Preisfindung

Die Preisfindung unterscheidet sich bei Business-to-Business (B2B) Märkten sehr von den Business-to-Customer (B2C) Märkten. Grund dafür sind deren grundlegend unterschiedlichen Eigenschaften. Diese Eigenschaften sollen in folgender Tabelle zur Übersicht aufgelistet werden.

<b>B2C-Märkte</b>	<b>B2B-Märkte</b>	<b>Implikationen für die Ermittlung von Preisbereitschaften im B2B-Kontext</b>
<b>Charakteristika der Beschaffungsprozesse</b>		
Anzahl der Entscheider meist 1	meist > 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erhebung bei mehreren Entscheidern pro Buying Center</li> <li>Notwendigkeit der Modellierung der Entscheidungsfindung</li> </ul>
Formalisierung des Beschaffungsprozesses informell	stark formalisiert	<ul style="list-style-type: none"> <li>keine Möglichkeit der Verwendung von zufallsbasierten Methoden</li> <li>keine Verwendung von Methoden mit verbundenem Kaufzwang</li> </ul>
Informationssuche oft sehr gering	oft sehr intensiv	<ul style="list-style-type: none"> <li>resultierende Preistransparenz im Markt verhindert Preisexperimente</li> <li>Notwendigkeit der Bereitstellung umfangreicher Produktinformationen</li> </ul>
Entscheidungskriterien eher hedonistisch-intuitiv	eher ökonomisch rational	<ul style="list-style-type: none"> <li>am Wert für den Kunden ansetzen</li> <li>größere Neigung zu strategischen Antworten</li> <li>Notwendigkeit der Bereitstellung umfangreicher Produktinformationen</li> </ul>
<b>Charakteristika der beschafften Leistungen</b>		
Grad der Individualisierung standardisiert	individualisiert	<ul style="list-style-type: none"> <li>Produkte als Leistungsbündel darstellen</li> <li>Wichtigkeit der Ermittlung von Preisbereitschaften für einzelne Merkmale</li> </ul>
Bedeutung ergänzender Dienstleistungen (z.B. Logistik und Wartung) eher gering	meist sehr hoch	<ul style="list-style-type: none"> <li>ausgeprägte regionale Preisdifferenzierung aufgrund unterschiedlicher Logistikkosten</li> <li>Abbildung einer großen Zahl von Produktmerkmalen und -attributen</li> </ul>
Rabattsysteme einfach	komplex	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identifikation durch Entscheider tatsächlich wahrgenommener Preise im Vorfeld</li> <li>Kommunikation klarer Annahmen bezüglich der Rabattsysteme</li> </ul>
Einkaufsvolumen gering	hoch	<ul style="list-style-type: none"> <li>keine Möglichkeit der Verwendung von zufalls- und auktionsbasierter Methoden</li> <li>keine Möglichkeit der Verwendung von Methoden mit verbundenem Kaufzwang</li> </ul>
<b>Charakteristika der Geschäftsbeziehungen</b>		
Zeithorizont eher kurzfristig-transaktional	eher langfristig-relational	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verständnis des Wertschöpfungsbeitrags der angebotenen Leistungen beim Kunden nötig</li> <li>Ermittlung eines „fairen“ Preises</li> </ul>
Art der Nachfrage direkt	abgeleitet	<ul style="list-style-type: none"> <li>Notwendigkeit des Verständnisses der Zahlungsbereitschaft bei Kunden der Kunden</li> <li>Modellierung der Effekte gewählter Preise auf die gesamte Wertschöpfungskette</li> </ul>

Tabelle 2: Besonderheiten der Preisfindung auf B2B-Märkten<sup>77</sup>

Es ist aus der Tabelle leicht ersichtlich, dass die Unterschiede zwischen Business-to-Customer (B2C)- und B2B-Märkten sehr verschieden sind. Daher gibt es auch andere Regeln und Besonderheiten, die es dabei zu beachten gilt.

<sup>77</sup> KLARMANN, M.; MILLER, K.; HOFSTETTER R. in: HOMBURG, C.; TOTZEK, D. (2011), S. 157

Grundsätzlich kann behauptet werden, es gäbe drei verschiedene Ansätze der Preisfindung:<sup>78</sup>

1. **Kostenorientiert:** es wird hierbei mit einem Aufschlag auf die Herstell- oder Selbstkosten gearbeitet.<sup>78</sup>
2. **Wettbewerbsorientiert:** es wird dabei der Preis und das Preisverhalten der Mitbewerber beobachtet und demzufolge ein Zu- oder Abschlag auf den vorgegebenen Preis gesetzt.<sup>78</sup>
3. **Kundenorientiert:** es wird bei diesen Ansatz der Kundennutzen betrachtet und dabei der Preis bestimmt, den der Kunde zu zahlen bereit ist, um das Produkt oder die Leistung zu erhalten.<sup>78</sup>

Klarmann, Miller und Hofstetter empfehlen dazu, die Bestimmung des Preises im B2B- Markt immer vom Nutzen abhängig zu machen, den der Kunde von der erbrachten Leistung hat.<sup>79</sup>

Dabei gibt es im Preisfindungsprozess laut Klarmann, Miller und Hofstetter vier Punkte, die es zu berücksichtigen gilt:<sup>80</sup>

- **Preisuntergrenze:** Preis den der Kunde im Schnitt als gerade nicht zu niedrig empfindet.<sup>80</sup>
- **Preisobergrenze:** Preis, den der Kunde im Schnitt als gerade noch vertretbar hoch empfinden.<sup>80</sup>
- **Optimaler Preispunkt:** Preis, an dem sich die der Anteil der Kunden die den Preis zu hoch finden und der Anteil an Kunden, die den Preis zu niedrig finden, genau die Waage halten.<sup>80</sup>
- **Indifferenzpunkt:** Preis, bei denen sich der Anteil der Kunden die den Preis vertretbar hoch und der Anteil an Kunden, die den Preis noch nicht zu niedrig finden, genau die Waage halten.<sup>80</sup>

Die Preisspanne, die dabei akzeptabel ist, ist der Bereich zwischen Preisuntergrenze und Preisobergrenze.

### 2.2.5.3 Preisdifferenzierung

Ein Aspekt, den es im B2B Bereich auch zu betrachten gilt, ist die Möglichkeit einer unterschiedlichen Preisgestaltung auf unterschiedlichen Märkten. „Die grundlegende Logik dieses Ansatzes liegt darin, unterschiedlichen Zahlungsbereitschaften bei verschiedenen Kunden Rechnung zu tragen.“<sup>81</sup> Wobei laut Miller und Krohmer die angebotenen Produkte nicht genau gleich sein müssen, diese können auch Adaptionen haben um z.B. auf den jeweiligen Markt überhaupt zur Anwendung kommen zu können.<sup>82</sup>

Diese marktabhängige Preisdifferenzierung kann also durchaus Sinn ergeben, um eine maximale Nutzung der Gewinnmargen zu ermöglichen. Es wird somit eine gewisse Individualisierung bei der Preisgestaltung benötigt, wobei auf den Markt/die Kunden sehr genau eingegangen werden muss.<sup>82</sup>

Je nach dem, wie stark man dabei auf einzelne Kunden eingeht, kann die Preisdifferenzierung in drei Abstufungen eingeteilt werden.<sup>82</sup>

<sup>78</sup> vgl. HOMBURG, C.; TOTZEK, D. (2011), S. 38 - 45

<sup>79</sup> vgl. KLARMANN, M.; MILLER, K.; HOFSTETTER R. in: HOMBURG, C.; TOTZEK, D. (2011), S. 177

<sup>80</sup> vgl. KLARMANN, M.; MILLER, K.; HOFSTETTER R. nach (KUPIEC, B.; REVELL, B.) in: HOMBURG, C.; TOTZEK, D. (2011), S. 166 f.

<sup>81</sup> MILLER, K.; KROHMER, H. in: HOMBURG, C.; TOTZEK, D. (2011), S. 111 f.

<sup>82</sup> vgl. MILLER, K.; KROHMER, H. in: HOMBURG, C.; TOTZEK, D. (2011), S. 111 f.

Laut Miller und Krohmer kann die Preisdifferenzierung noch weiter unterteilt werden, wobei diese Einteilung nur Sinn ergibt, wenn der Grad der Individualisierung nicht der höchst mögliche ist (d.h. die Preisdifferenzierung ist auf jeden Kunden zugeschnitten). Diese Unterteilung ist folgende<sup>83</sup>:

- nach **Leistung**, die dem Kunden erbracht wird und dem Kunden dabei aber nicht der Anschein entsteht, er kriege ein anderes Produkt,<sup>83</sup>
- nach **Menge**, die dem Kunden verkauft wird,<sup>83</sup>
- nach **Unternehmen** wenn möglicherweise dabei eine längerfristige Kundenbeziehung entsteht,<sup>83</sup>
- nach **Raum**, wenn die Gegebenheiten in einem anderen Raum eine verschiedene Zahlungsbereitschaft ergeben,<sup>83</sup>
- nach **Zeit**, wenn je nach Zeitpunkt des Kaufs ein verschiedener Preis angesetzt werden kann. Dies reicht von kurzen Zeitspannen (Änderung des Preises im Laufe des Tages), bis zu langfristigen Zeitspannen<sup>83</sup> (siehe auch Kapitel 2.2.5.4, Seite 32)

### 2.2.5.4 Preisverlauf

Was die Preisdifferenzierung nach Zeit betrifft, gibt es verschiedene Ansätze, wonach dabei agiert werden kann. Folgende Abbildung soll die langfristigen Preisstrategien bildlich darstellen.

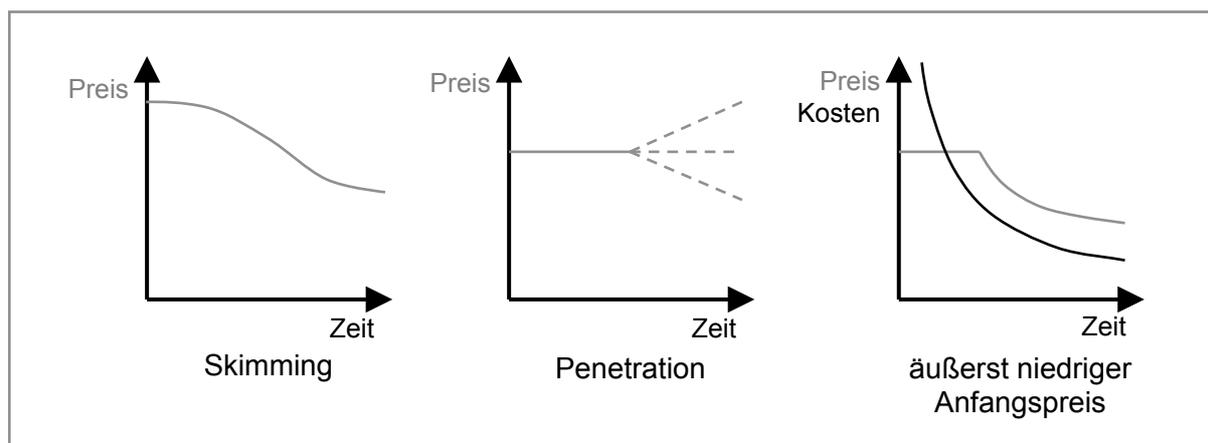


Abbildung 15: Skimming-, Penetrationsstrategie und Strategie des äußerst niedrigen Anfangspreises<sup>84</sup>

Die **Skimming**-Strategie sieht einen Einstieg in den Markt mit einem relativ hohen Preis vor. Mit Vergehen der Zeit soll dieser Preis dann aber gesenkt werden, um ein zweites definiertes Preisniveau zu erreichen.<sup>85</sup> Simon und Fassnacht schreiben zum Thema des hohen Preises: „Wir schlagen [...] vor, von einem hohen Skimming-Preis zu sprechen, wenn dieser bei oder oberhalb des kurzfristig gewinnmaximalen Preises der Einführungsperiode liegt.“<sup>86</sup> Wenn der Kunde also bereit ist den hohen Skimming-Preis zu zahlen, kann in der Anfangsphase eine maximal hohe Marge herausgeholt werden.<sup>85</sup> Diese Strategie eignet sich für Produkte/Dienstleistungen mit einem hohen Neuheitsgrad.

<sup>83</sup> vgl. MILLER, K.; KROHMER, H. in: HOMBURG, C.; TOTZEK, D. (2011), S. 118 ff.

<sup>84</sup> SIMON, H.; FASSNACHT, M. (2009), S. 328 und S. 332

<sup>85</sup> vgl. SIMON, H.; FASSNACHT, M. (2009), S. 328

<sup>86</sup> SIMON, H.; FASSNACHT, M. (2009), S. 328

Die **Penetrations**-Strategie sieht im Gegenteil einen Einstieg in den Markt mit einem relativ niedrigen Preis vor. „Benutzt man als Vergleichsbasis wiederum den kurzfristig gewinnmaximalen Preis der Einführungsperiode, so sollte ein Penetrations-Preis diesen fühlbar unterschreiten.“<sup>87</sup>

Wie dann das Preisverhalten nach Marktetablierung von statten gehen soll ist schwer festzulegen.<sup>88</sup> Allerdings erscheint es sehr schwierig, in einer späten Phase des Produktzyklus' den Kunden eine Steigerung des Preises akzeptieren zu lassen. Es scheint, als wäre das eher in einem B2B-Markt mit Markenbindung realisierbar oder in einem B2C-Markt, wenn ein Verzicht der verkauften Leistung eine Kostensteigerung beim Kunden verursachen würde.

Mit der Strategie des **äußerst niedrigen Anfangspreises** wird versucht, einen Eintritt in den Markt von Mitbewerbern zu verhindern. Ein Einführungspreis, der absolut kostendeckend ist, wäre auch nicht realistisch, da ein solcher zu Beginn klarerweise absurd hoch sein müsste.<sup>89</sup> Relevant ist allerdings, was mit verlaufen der Zeit passieren soll. Ein Verlauf des Preises in Anlehnung an die Stückkosten (siehe Abbildung 15, Seite 32), wirkt auf einen potentiellen Mitbewerber abschreckend, da der Marktpreis sehr niedrig ist. Voraussetzung für die Durchführung einer solchen Strategie ist allerdings der erhöhte Kapitalbedarf der Unternehmung.<sup>89</sup>

### 2.2.5.5 Preismacht

Wenn die Abbildung 16 (Seite 34) betrachtet wird, kann behauptet werden, dass sich der Preis eines Produkts trotz Positionierung des Unternehmens, sich immer auf einer **Äquivalenzlinie** mit anderen Vergleichbaren Produkten am Markt befindet (falls es Konkurrenzprodukte gibt). Es kann für das Bestehen eines Unternehmens sehr wichtig sein, dass dessen Verhalten im Bezug auf den Produktpreis am Markt **marktberuhigend** ist. Dabei muss bei einem Einstieg in einen Markt, in dem bereits vergleichbare Produkte existieren, aufgepasst werden, dass keine unnötigen Preiskriege losgetreten werden. Das bestehende Risiko und die sich daraus entwickelnde Folge besteht darin, dass sich die Margen aller Unternehmen am Markt schmälern können.<sup>90</sup>

Folgende Abbildung zeigt das Verhalten bei einer Änderung des Preises. Es sei zur Erklärung angenommen, dass ein Unternehmen ein Produkt am Markt hat, das recht gut etabliert ist (Pkt. A). Dieses Unternehmen entwickelt ein besseres Produkt, das aber zu einem Preis verkauft wird, der niedriger ist, als es der Äquivalenzlinie des bestehenden Markt entsprechen würde (Pkt. B'). Somit wird eine neue Äquivalenzlinie (Preis-Nutzen-Balance) erschaffen und alle Mitbewerber müssen den Preis derer Produkte (Pkt. W1 und Pkt. W2) nach unten verschieben, um dem Kunden das selbe Preis-Nutzen-Verhältnis zu bieten (Pkt. W1' und Pkt. W2'). Somit verkleinern sich die Margen der beiden Mitbewerber, wobei das Unternehmen mit dem neuen Produkt eigentlich einen höheren Preis verlangen hätte können, ohne unnötige Preiskriege zu verursachen (Pkt. B'').<sup>90</sup>

<sup>87</sup> SIMON, H.; FASSNACHT, M. (2009), S. 328 f.

<sup>88</sup> vgl. SIMON, H.; FASSNACHT, M. (2009), S. 329

<sup>89</sup> vgl. SIMON, H.; FASSNACHT, M. (2009), S. 331 ff.

<sup>90</sup> vgl. JENSEN, O.; HENRICH, M. in: HOMBURG, C.; TOTZEK, D. (2011), S. 94

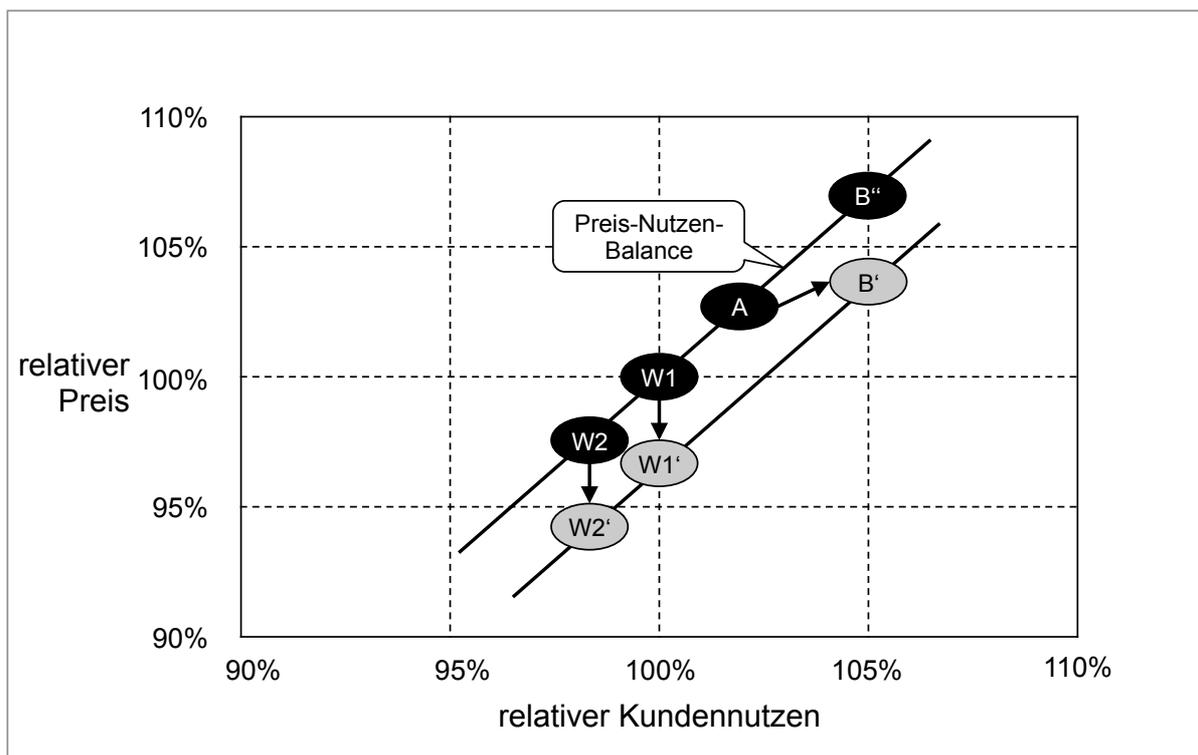


Abbildung 16: Preis-Nutzenpositionierung im Wettbewerb<sup>91</sup>

Wichtig ist bei in Betracht ziehen einer Wettbewerbsmaßnahme, dass auch die möglichen Reaktionen der Mitbewerber abgeschätzt werden, nachdem in einer Branche jedes Unternehmen die Maßnahmen seines Mitbewerbers zu spüren bekommt und sich dabei auch zur Reaktion gezwungen fühlt.<sup>92</sup>

Porter unterscheidet dabei in folgenden Wettbewerbsmaßnahmen<sup>93</sup>:

- **Kooperative oder nicht-aggressive** Maßnahmen,<sup>93</sup>
- **Aggressive** Maßnahmen,<sup>93</sup>
- **Defensive** Maßnahmen<sup>93</sup> und
- **Verpflichtung**.<sup>93</sup>

## 2.2.6 Nutzwertanalyse

Ein Instrument, das im Rahmen dieser Arbeit benutzt wird, ist die Nutzwertanalyse. Diese ist ein Werkzeug zur **Entscheidungsfindung** bei Problemen die im Rahmen komplexer Systeme auftreten.

Laut Zangenmeister, besteht der Ablauf der Planung eines komplexen Systems aus 8 Stufen. Diese sind:<sup>94</sup>

1. Zustandsanalyse<sup>94</sup>
2. Problemdefinition<sup>94</sup>
3. Konzeptentwurf<sup>94</sup>
4. Konzeptanalyse<sup>94</sup>

<sup>91</sup> JENSEN, O.; HENRICH, M. in: HOMBURG, C.; TOTZEK, D. (2011), S. 95

<sup>92</sup> vgl. PORTER, M. E. (1992), S. 126

<sup>93</sup> PORTER, M. E. (1992), S. 130 - 143

<sup>94</sup> ZANGENMEISTER, C. (1976), S. 30 f.

5. Bewertung<sup>94</sup>
6. Auswahlentscheidung<sup>94</sup>
7. Entwicklungsplanung<sup>94</sup> und
8. Ausführungsplanung.<sup>94</sup>

Hauptsächlich in Punkt fünf findet die Nutzwertanalyse statt. Falls ein Entscheidungsproblem vorhanden ist, kann diese Methode angewandt werden. Die möglichen Alternativen können hiermit verglichen werden. Resultat ist dann für jede Alternative ein Nutzwert, der dann direkt miteinander verglichen werden kann.

Wenn die Komplexität dieser genannten Systeme auf ein Minimum Reduziert wird, kann davon gesprochen werden, dass zur Erstellung einer Nutzwertanalyse zweierlei Faktoren benötigt wird. Es handelt sich hierbei um die Gewichtungsfaktoren und die Zielerreichungsfaktoren.<sup>95</sup> Wichtig ist, dass die beiden Faktoren unabhängig voneinander bewertet werden, um ein verfälschen der Analyse zu verhindern.

Das konkrete Vorgehen ist nach folgender Liste abzuarbeiten.<sup>95</sup>

- Vorhabenalternativen festlegen,<sup>95</sup>
- Bewertungskriterien definieren,<sup>95</sup>
- Gewichtungsfaktoren bestimmen,<sup>95</sup>
- Zielerreichungsfaktoren ermitteln,<sup>95</sup>
- Nutzwerte der einzelnen Bewertungskriterien (Teilnutzwerte) festlegen,<sup>95</sup>
- Gesamtnutzwerte der Alternativen errechnen,<sup>95</sup>
- Rangfolge der Alternativen aufstellen.<sup>95</sup>

Wichtig ist dabei die Erhebung von Gewichtungsfaktoren. Da sich die Gewichtung nicht mit der späteren Ermittlung der Zielerreichungsfaktoren beeinflussen darf, ist es von Vorteil, dass diese beiden Ermittlungen zeitlich unabhängig voneinander durchgeführt werden. Für diese Erhebung gibt es verschiedene Möglichkeiten diese Faktoren fest zu legen.

Weiterer Schritt ist die Ermittlung von Zielerreichungsfaktoren. Dabei ist es zu beachten, dass im Vorfeld eine Skala erstellt wird, nach welcher die verschiedenen Alternativen bewertet werden. Damit soll ein zurechtrücken der Bewertungen vermieden werden, um ein Beeinflussen der Ergebnisse zu verhindern.

Am Ende dieses gesamten Prozesses sollte eine Zielwertmatrix erstellt werden, die einen Überblick über das gesamte Bewertungssystem liefert.

---

<sup>95</sup> vgl. BURGHARDT, M. (2000), S. 83

Folgende Tabelle soll exemplarisch die Durchführung einer Nutzwertanalyse nach Zangenmeister darstellen.

Zeile	Bewertungskriterien	Gewichtungs- faktoren	Alternative 1		Alternative 2	
			Ziel- errei- chungs- faktoren	Teilnutz- werte	Ziel- errei- chungs- faktoren	Teilnutz- werte
a	b	c	d	e	f	g
1	Kriterium 1	0,25	2	0,50	1	0,25
2	Kriterium 2	0,10	3	0,30	1	0,10
3	Kriterium 3	0,40	2	0,80	3	1,20
4	Kriterium 4	0,05	3	0,15	1	0,05
5	Gesamtnutzwerte			1,75		1,60
6	Rangfolge			1		2

Tabelle 3: Ermitteln der Nutzwerte<sup>96</sup>

<sup>96</sup> BURGHARDT, M. (2000), S. 86

## 2.3 Holzgaserzeugung

Die Holzgaserzeugung ist eine thermochemische Umwandlung, bei welcher aus Holz ein brennbares Gas erzeugt wird, um dieses dann in einem zweiten Moment ein zweites Mal zu entzünden. Dies geschieht, indem das Holz bei unterstöchiometrischen Verhältnissen partiell verbrannt wird (Vergasung). Es handelt sich um einen endothermen Prozess, d.h. es muss immer Wärme zugefügt werden, damit dieser Umwandlungsprozess aufrecht gehalten werden kann.

Das Verfahren wird im technischen Fachjargon auch Vergasung genannt, wird aber wegen der negativen Assoziation mit dem Begriff im Rahmen dieser Arbeit nicht benutzt.

### 2.3.1 Grundlegende Einteilung des Verfahrens

Die Holzgaserzeugung kann in zwei Verfahren unterteilt werden, wie die für den Prozess nötige Energie zugeführt wird.<sup>97</sup> Es gibt dementsprechend:

- die autotherme Gaserzeugung, bei der die Prozesswärme durch partielle Verbrennung des Brennstoffes zugeführt wird<sup>97</sup> und
- die allotherme Gaserzeugung, bei welcher die Prozesswärme durch ein Trägermaterial zugeführt wird.<sup>97</sup>

### 2.3.2 Physikalische und thermodynamische Prozesse

Das Verfahren kann in einen Prozess und drei Hauptreaktionen unterteilt werden, die im Rahmen der Holzgaserzeugung nacheinander vor sich gehen. Diese sind: die Trocknung, die Pyrolyse, die Oxidation und die Reduktion.<sup>97</sup>

Je nach Design der Anlage, können diese Vorgänge in verschiedener Reihenfolge ablaufen.

#### 2.3.2.1 Trocknung

Dieser Prozess spricht mit seinem Namen für sich. Das im Brennstoff enthaltene und das unter Umständen hinzugefügte Wasser verdampft. Es bleibt ein trockener Brennstoff übrig, der sich bis zum Eintreten des weiteren Prozessschritts immer weiter erwärmt.<sup>98</sup>

#### 2.3.2.2 Pyrolyse

Die Pyrolyse tritt bei einer Temperatur zwischen 200 bis 300 °C ein und es werden die Makromoleküle, aus denen Biomasse besteht, durch die thermische Energie aufgebrochen. Dabei entstehen flüchtige Gase und organische Dämpfe. Während die Gase aus Wasserdampf, Kohlendioxid, Wasserstoff und Methan bestehen, setzen sich die Dämpfe aus Teeren und Aromaten zusammen. Im Rahmen dieses Prozesses entstehen auch Pyrolyse-Öle und Pyrolysekoks.<sup>98</sup>

Die nachstehende Abbildung soll die Vorgänge bei der pyrolytischen Zersetzung graphisch darstellen.

<sup>97</sup> vgl. KALTSCHMITT, M.; HARTMANN, H. (2001), S. 428 f.

<sup>98</sup> vgl. KALTSCHMITT, M.; HARTMANN, H. (2001), S. 275

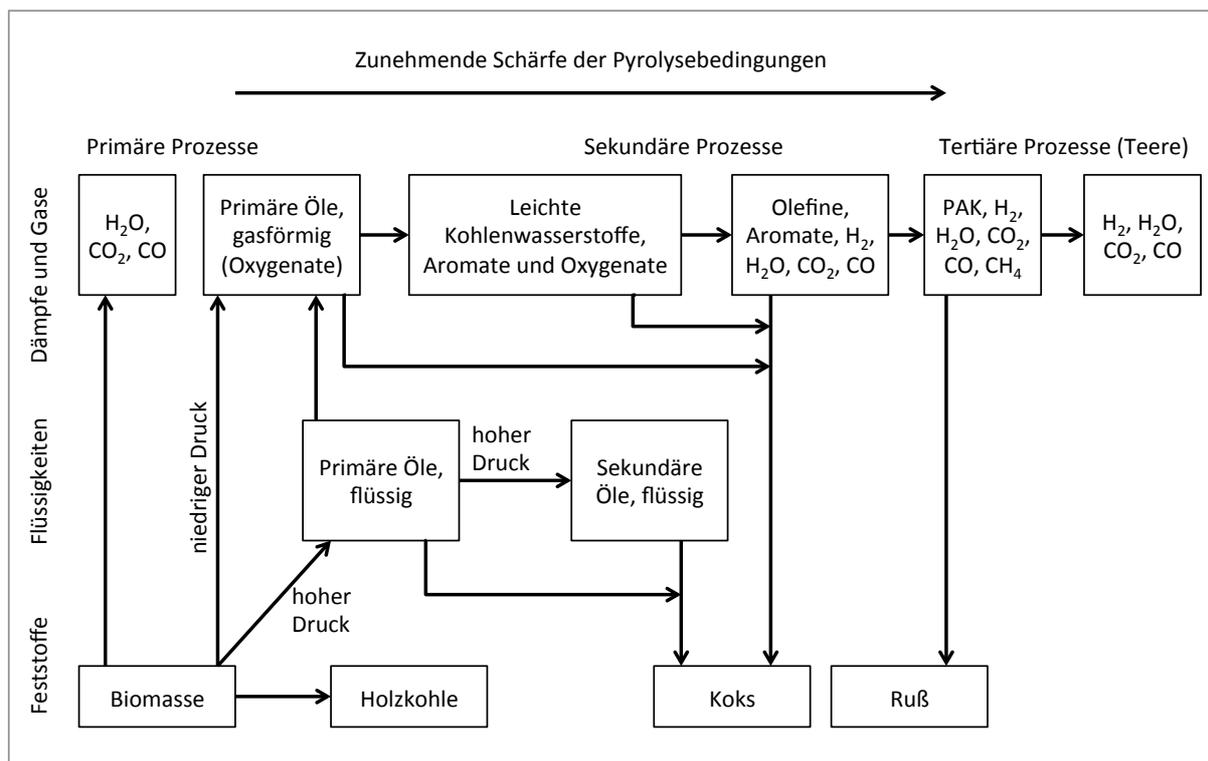


Abbildung 17: Mechanismen der pyrolytischen Zersetzung von Biogenen Festbrennstoffen in Abhängigkeit der Schärfe der Pyrolysebedingungen (d.h. der Aufheizrate)<sup>99</sup>

Abhängend davon, ob der Prozess auto- oder allotherm geführt wird, wird die für diesen Prozessen benötigte Wärme wie erwähnt anders bereitgestellt.

### 2.3.2.3 Oxidation

Die Makromoleküle die bei der Pyrolyse entstehen, werden in dieser Phase durch Reaktion mit Sauerstoff von großen Kohlenwasserstoffen in kleine gasförmige Moleküle gespalten. Zum Teil Verlaufen in dieser Phase auch Verbrennungsreaktionen von Kohle.<sup>100</sup> Die Reaktionsgleichungen schauen dabei wie folgt aus:



Die beiden Reaktionen sind exotherm, d.h. sie setzen bei der Reaktion Wärme frei. Im Falle einer autothermen Prozessführung, wird durch diesen Reaktionen die nötige Prozesswärme bereit gestellt.<sup>100</sup>

### 2.3.2.4 Reduktion

In dieser Phase entsteht der Hauptteil der Bestandteile des Gases, die den Heizwert des Produktgases ausmacht. Die Moleküle, die das ermöglichen, sind hauptsächlich Kohlemonoxid und Wasserstoff. Die Reaktionen, die während der Reduktion von sich gehen,

<sup>99</sup> KALTSCHMITT, M.; HARTMANN, H.; HOFBAUER, H. (2009), S. 389; nach EVANS, R.J.; MILNE, T.A. (1987), S. 136

<sup>100</sup> vgl. KALTSCHMITT, M.; HARTMANN, H. (2001), S. 429

<sup>101</sup> KALTSCHMITT, M.; HARTMANN, H. (2001), S. 429

sind die Boudouard-Reaktion und die Wassergas-Reaktion.<sup>102</sup> Die dazugehörigen Reaktionsgleichungen schauen wie folgt aus:



Bei höherer Temperatur und niedrigerem Druck verschiebt sich das Reaktionsgleichgewicht zugunsten der rechten Seiten der Reaktionen.<sup>102</sup>

Eine weitere bedeutende chemische Reaktion, die in dieser Phase vor sich geht, ist eine Reaktion zwischen Kohlendioxid und Wasser. Diese Reaktion ist homogene Wassergas-Reaktion genannt.<sup>102</sup> Die dazugehörige Reaktionsgleichung schaut wie folgt aus:



Das Reaktionsgleichgewicht verschiebt sich bei steigender Temperatur auf die rechte Seite der Gleichung.<sup>102</sup>

Eine weitere Reaktion, die für den Prozess von Bedeutung ist, wird Methan-Reaktion genannt und beschreibt die Reaktion von Kohlenstoff und Wasserstoff zu Methan.<sup>102</sup> Die Reaktionsgleichung schaut hier folgendermaßen aus:



Ein höherer Druck verschiebt das Gleichgewicht zugunsten der rechten Seite der Gleichung. Die letzten beiden Reaktionen sind exotherm, d.h. die geben Wärme preis. Daher sind diese Reaktionen auch zum Teil erwünscht, da sie Energie bereitstellen, die von den anderen Reaktionen benötigt wird.<sup>102</sup>

### 2.3.3 Fluidynamisches Verhalten

Eine weitere Einteilung der Verfahren kann aufgrund des Systems erfolgen, wie die Holzgaserzeugung vor sich geht. D. h. wie die Biomasse während des Prozesses der Umwandlung gelagert wird. Es kann also in Festbett-, Wirbelschicht- und Flugstromverfahren unterteilt werden.

#### 2.3.3.1 Festbettverfahren

Das Festbettverfahren, oder auch Schachtverfahren, besteht aus einem Behälter, in welchem die Biomasse hineinbefördert wird. Die Biomasse bewegt sich eigentlich nicht, bis auf das Nachrücken des Materials das zustande kommt, wenn die entstandene Asche am Boden des Behälters durch den vorhandenen Rost fällt. Diese Verfahren haben die Besonderheit, dass der Prozess in der Toleranz des Brennstoffs hinsichtlich dessen Stückgröße sehr eingeschränkt ist. Da das Gas das reagieren soll, um den fest sitzenden Brennstoff vorbeifließen muss. Daher soll der Brennstoff relativ grob gestückt sein, um ein umströmen zu ermöglichen. Zu feines Material würde den Fluss behindern und somit ungünstige Verhältnisse schaffen.

Es kann zwischen prinzipiell drei Bauarten unterschieden werden: das Gegenstrom-, das Gleichstrom- und das Kreuzstromverfahren.

<sup>102</sup> vgl. KALTSCHMITT, M.; HARTMANN, H. (2001), S. 429 ff.

<sup>103</sup> KALTSCHMITT, M.; HARTMANN, H. (2001), S. 430

### 2.3.3.1.1 Gegenstromverfahren

Das Gegenstromverfahren ist dadurch charakterisiert, dass der Fluss des Brennstoffs und der Strom des Gases sich in die entgegengesetzte Richtung bewegen. Der Gasstrom fließt typischerweise nach oben, daher wird diese Bauweise auch updraft genannt. Dies bringt im Sinne der Prozesstechnik gewisse Vor- und Nachteile.<sup>104</sup> Abbildung 18 soll den Prozess des Gegenstromverfahrens verbildlichen.

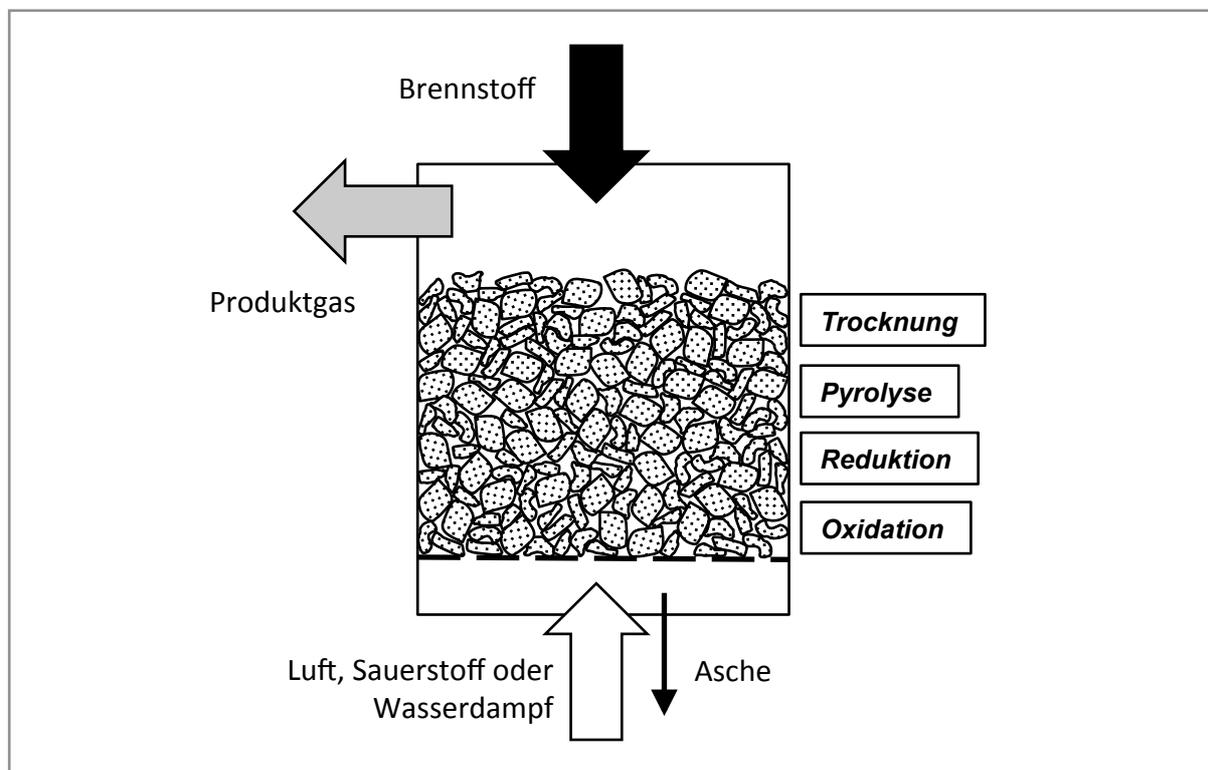


Abbildung 18: Schematische Darstellung der Gegenstromvergasung in Bezug auf das fluiddynamische Verhalten und der verfahrenstechnischen Prozesse<sup>105</sup>

Es ordnen sich bei dieser Prozessanordnung die in Kapitel 2.3.2 (ab Seite 37) beschriebenen Prozesse wie folgt an. Folgend dem Gasstrom wird hier als erstes die Oxidationszone vorgefunden, die logischerweise von der Reduktionszone gefolgt wird, da sich das von der chemischen Reaktionsfolge so ergibt. Bei dieser Anordnung folgt hier im Fluss des Gases nun die Pyrolyse und zu Letzt noch die Trocknung.<sup>104</sup>

Dieser Aufbau ergibt ein Prozessgas, das eine sehr hohe Konzentration an unerwünschten Teeren und anderen Kohlenwasserstoffen aufweist. Dafür ist das Gas allerdings relativ gut abgekühlt.<sup>104</sup>

Ein weiterer Nachteil dieser Technologie ist die Eigenschaft, dass die Reduktionszone sehr heiß ist und es somit passieren kann, dass die Asche schmilzt und durch den Rost fallen kann.<sup>104</sup>

### 2.3.3.1.2 Gleichstromverfahren

Das Gleichstromverfahren ist durch die Eigenschaft charakterisiert, dass der Gasstrom und der Brennstofffluss in die selbe Richtung fließen. Typischerweise ist das nach unten, diese Bauart wird daher auch downdraft genannt. Der Vorteil dieses Verfahrens gegenüber dem

<sup>104</sup> vgl. KALTSCHMITT, M.; HARTMANN, H. (2001), S. 433 ff.

<sup>105</sup> TIMMERER, H.; LETTNER, F. (2005), S. 26, nach HAMMERER, D. (2000), S. 18

Gegenstromverfahren, ist das der reagierende Gas hier zuerst den Trocknungsbereich durchläuft, dann die Pyrolysezone durchfließt, folglich durch die Oxidationszone durchströmt und zu guter Letzt die Reduktionsphase und ihre Reaktionen durchmacht.<sup>106</sup>

Abbildung 19 soll das Konzept der Gleichstromvergasung bildlich darstellen.

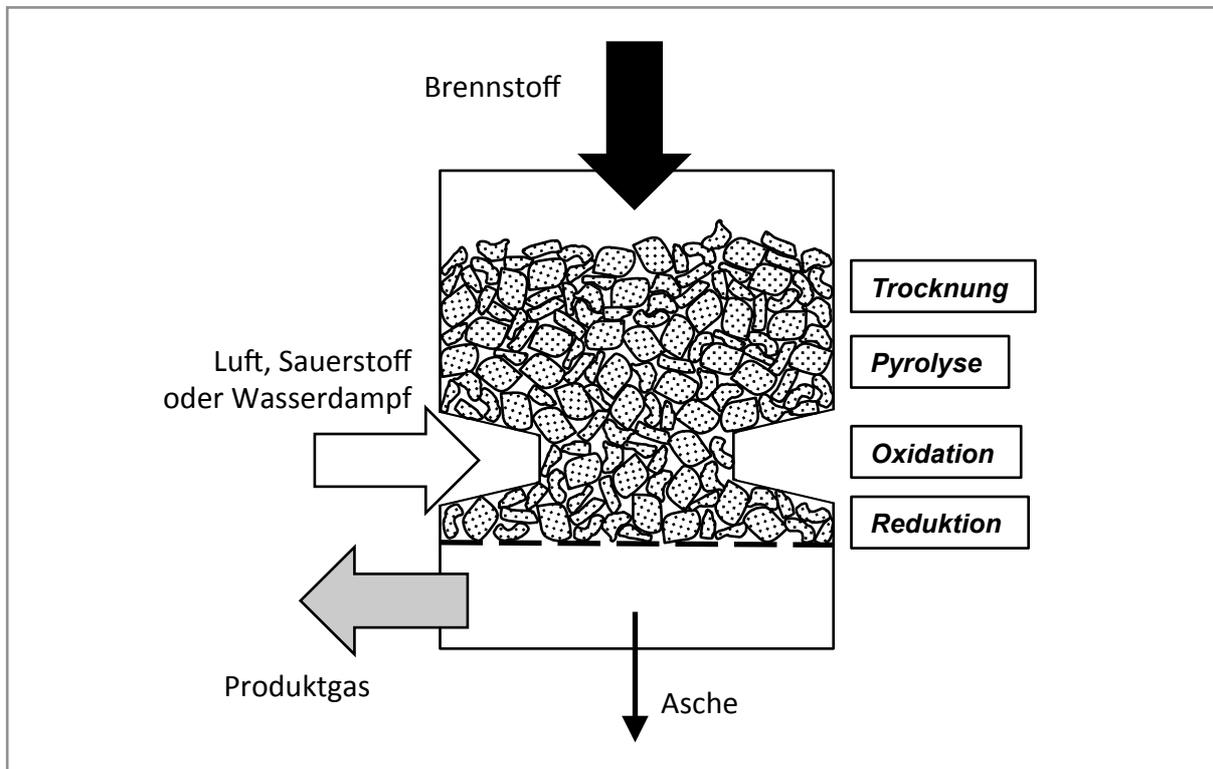


Abbildung 19: Schematische Darstellung der Gleichstromvergasung in Bezug auf das fluiddynamische Verhalten und der verfahrenstechnischen Prozesse<sup>107</sup>

Diese Anordnung ermöglicht es, die Konzentration an Teere und anderen langkettigen Kohlenwasserstoffen im Produktgas niedrig zu halten, da diese unerwünschten Stoffe durch die sehr heiße Oxidations- und Reduktionszone fließen müssen. Hier werden diese großen Moleküle gecrackt, was die Konzentration im Endprodukt natürlich vermindert.<sup>106</sup>

Allerdings ist die Reduktionszone auch hier sehr heiß und somit hat auch dieses Verfahren Probleme mit der schmelzenden Asche, welche durch Bildung von Schlacke die Strömung in dessen Fluss behindern kann. Dieses Verfahren ist bezüglich des Durchflusses sehr sensibel und Störungen des gleichmäßigen Flusses über den Querschnitt des Reaktors machen den Prozess recht schwer zu steuern. Daher muss bei der Betriebsführung eines solchen Vergasers Besondere Achtung auf die Größe und Regelmäßigkeit des Brennstoffes gegeben werden.<sup>106</sup>

Eine lokale Unregelmäßigkeit der Stückigkeit des Bettes kann zu Hot-Spots führen, d.h. ein bestimmter Punkt im Festbett, an dem die Strömung nicht gleich schnell ist, wie im restlichen Reaktorquerschnitt. Dies führt zur Anwesenheit im Produktgas von Bestandteilen, die nicht erwünscht sind und macht das genaue Steuern des Prozesses unmöglich.<sup>106</sup>

<sup>106</sup> vgl. KALTSCHMITT, M.; HARTMANN, H. (2001), S. 435 ff.

<sup>107</sup> TIMMERER, H.; LETTNER, F. (2005), S. 28, nach HAMMERER, D. (2000), S. 19

### 2.3.3.1.3 Kreuzstromvergaser

Der Kreuzstromvergaser ist eine weitere Bauart für einen Schachtvergaser. Das Oxidationsmittel durchströmt hierbei nicht die gesamte Kammer, sondern nur einen kleinen Bereich. Da hier der Gasstrom von der Seite fließt, wird dieses Verfahren in der Literatur auch *sidedraft* genannt.<sup>108</sup>

Die Reaktionszone ist bei einer solchen Bauweise sehr klein, was sich auf den dynamischen Eigenschaften im Lastwechsel sehr positiv auswirkt. Zudem ist durch diese kleine Reaktionszone die Temperatur lokal sehr hoch, was sich auch positiv auf die Teerkonzentration im Produktgas auswirkt. Somit kann die Rohgasreinigung sehr einfach gehalten werden.<sup>108</sup>

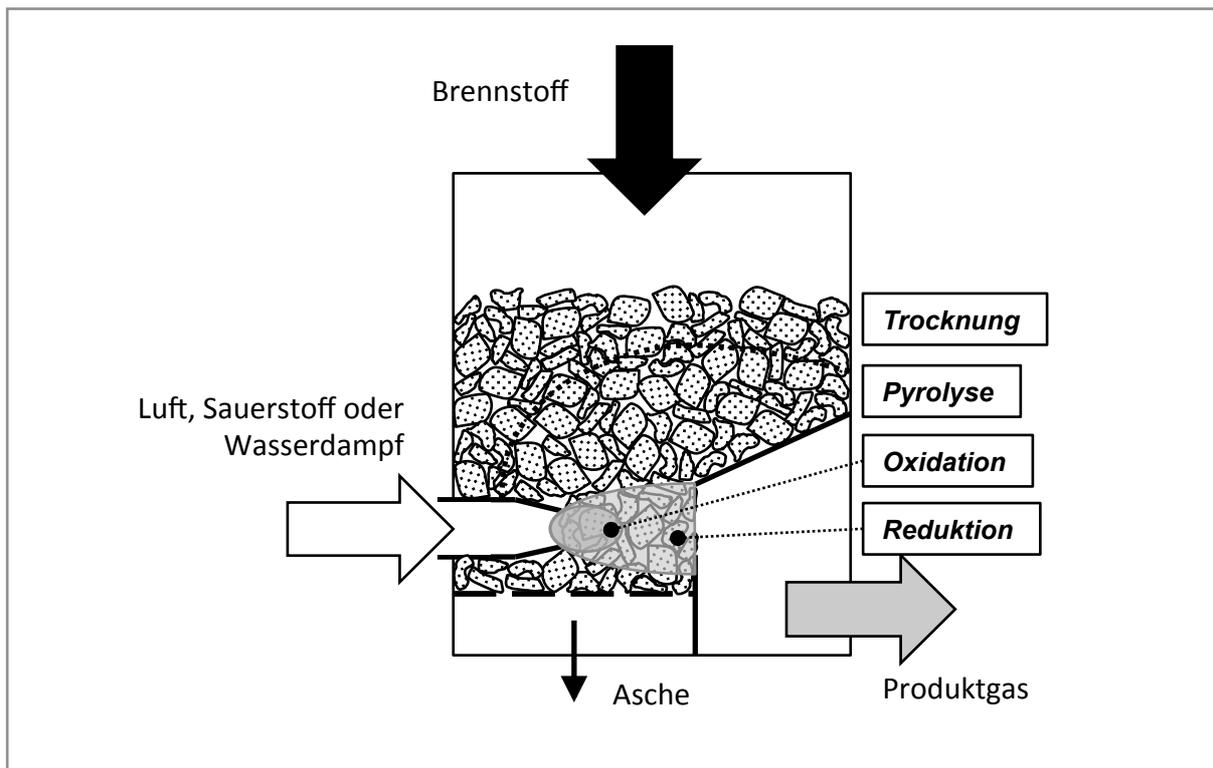


Abbildung 20: Schematische Darstellung der Kreuzstromvergaser in Bezug auf das fluiddynamische Verhalten und der verfahrenstechnischen Prozesse<sup>109</sup>

Kreuzstromvergaser eignen sich für sehr kleine Leistungen und die Anforderungen an das Material sind trotz der hohen Temperaturen nicht besonders groß. Allerdings stellt die Eigenschaft der schmelzenden Asche bei diesem Verfahren ein Problem dar.<sup>108</sup>

### 2.3.3.2 Wirbelschichtverfahren

Diese Verfahren arbeiten mit einem zusätzlichen Bestandteil in der Zusammensetzung des Bettes. Hier wird dem Brennstoff auch noch ein zusätzliches Material hinzugefügt, das den Prozess ermöglicht. Dieses inerte, feinkörnige Material wird auch Bettmaterial genannt und besteht zumeist aus Quarzsand.<sup>110</sup>

<sup>108</sup> vgl. BASU, P. (2013), S. 258 f.

<sup>109</sup> BASU, P. (2013), S. 258

<sup>110</sup> vgl. KALTSCHMITT, M.; HARTMANN, H. (2001), S. 439 f.

Die Eigenschaft der Wirbelschicht, erhält das Verfahren durch eine Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit des Vergasungsmediums auf einen Wert erhöht, bei der das Bettmaterial fluidisiert wird.<sup>110</sup> Das bedeutet, dass es sich verhält, wie ein Fluid.

Die höhere Geschwindigkeit der Gase im Reaktor verhindern ein übermäßiges Erhitzen des Reaktors, das die Steuerbarkeit des Prozesses stark verbessert.<sup>110</sup>

Es kann in dieser Kategorie prinzipiell in zwei Arten der Wirbelschicht unterteilt werden: die stationäre und die zirkulierende Wirbelschicht.

### 2.3.3.2.1 Stationäre Wirbelschicht

Die stationäre Variante der Wirbelschichtvergasung zeichnet sich dadurch aus, dass die Durchströmungsgeschwindigkeit das Bettmaterial in einer Art und Weise durchfließt, dass sich das Bett so verhält, als wäre es ein kochender Topf mit Wasser.

Da dem grundsätzlich inerten Bettmaterial schon bestimmte Voraussetzungen vorgegeben sind, gibt es für Sückigkeit, Größe und Form des zu vergasenden Brennstoffes keine besonders scharfen Auflagen.<sup>111</sup>

Allerdings kann das Bettmaterial statt aus inertem Material, auch aus katalytisch aktiven Stoffen bestehen. Diese sollen die Reaktionen fördern, die während des Vergasungsprozess von statten gehen. Solche katalytisch aktiven Materialien wären zum Beispiel: Kalkstein, Dolomit oder Olivin<sup>112</sup>.

Die nachstehende Abbildung soll das Verfahren der stationären Wirbelschicht bildlich verdeutlichen.

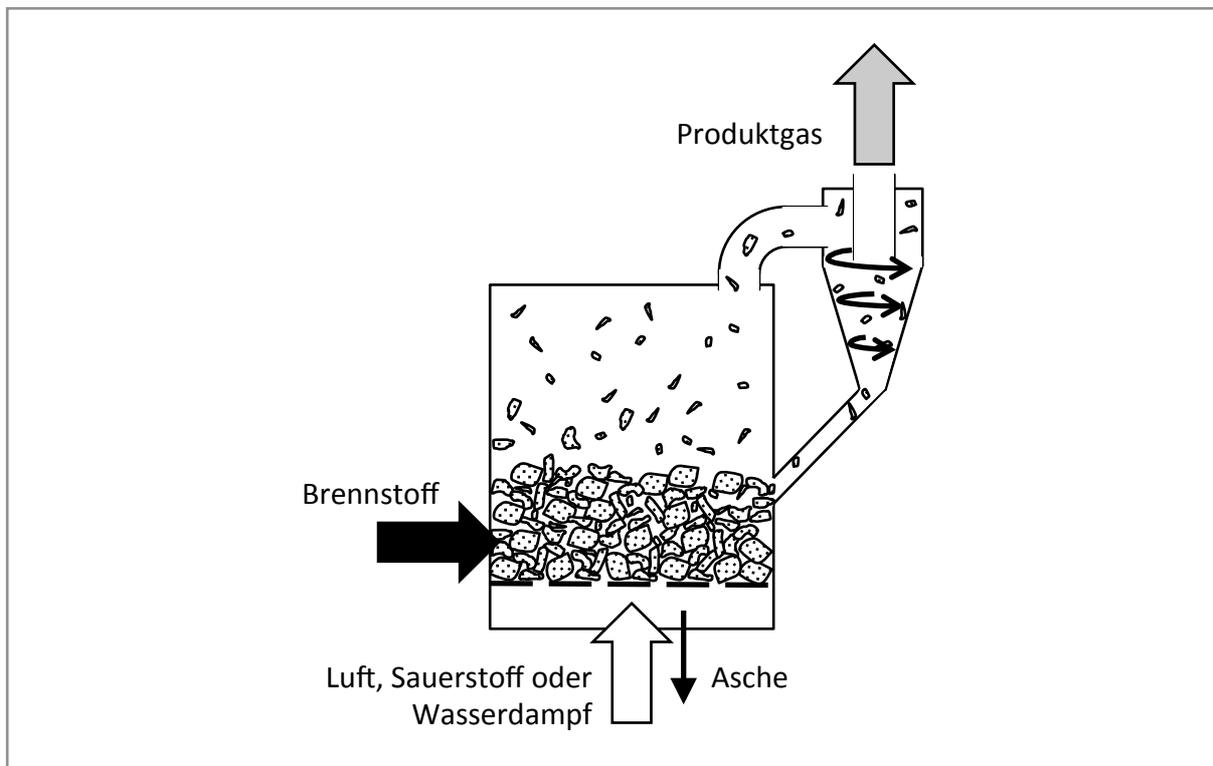


Abbildung 21: Schematische Darstellung der stationären Wirbelschicht in Bezug auf das fluiddynamische Verhalten<sup>113</sup>

<sup>111</sup> vgl. KALTSCHMITT, M.; HARTMANN, H. (2001), S. 441 f.

<sup>112</sup> vgl. KALTSCHMITT, M.; HARTMANN, H. (2001), S. 460

<sup>113</sup> KALTSCHMITT, M.; HARTMANN, H. (2001), S. 432 und TIMMERER, H.; LETTNER, F. (2005), S. 32

Die Stärke dieses Anlagenaufbaus sind die einheitlichen Bedingungen für das Vorstattengehen der Vergasung. Das ermöglicht eine stufenlose Vergrößerung der Anlage bei Gleichbleiben der Bedingungen.<sup>111</sup>

Allerdings hat das Verfahren auch gewisse Nachteile. Da der Brennstoff in der Wirbelschicht in ständiger Bewegung ist und sich also durch Kontakt mit dem Bettmaterial abreibt, weist das Produktgas einen hohen Inhalt an Partikel und Staub auf.<sup>111</sup>

Bei Brennstoffen mit einem niedrigeren Schmelzpunkt der Asche kann es zu Problemen mit der Sinterung des Bettmaterials kommen. Die Temperatur muss im Prozess hoch gehalten werden, da sonst ein Cracken der Teere nicht möglich ist. Falls es zu einem Sintern kommt, entstehen Klumpen von Bettmaterial, die unbedingt entfernt werden müssen, damit die Wirbelschicht aufrecht erhalten werden kann.<sup>111</sup>

### 2.3.3.2 Zirkulierende Wirbelschicht

Wird die Strömungsgeschwindigkeit der Gase im Reaktor weiter erhöht, bis die Partikel schweben (Schwebegeschwindigkeit), entsteht die zirkulierende Wirbelschicht. Es gibt in diesem Fall kein am Boden des Reaktors liegendes Bettmaterial mehr, da sich dieses über die gesamte Größe des Reaktors aufteilt. Es entsteht ein sogenanntes Wirbelbett.<sup>114</sup>

Durch die hohe Strömungsgeschwindigkeit wird sehr viel Material mit der Strömung mitgerissen, das mit Hilfe von Zyklonen vom Prozessgas getrennt werden muss und der Wirbelschicht wieder zugefügt werden muss.<sup>114</sup> Dazu können weitere Informationen aus Kapitel 2.3.4.1.2 (Seite 52) entnommen werden.

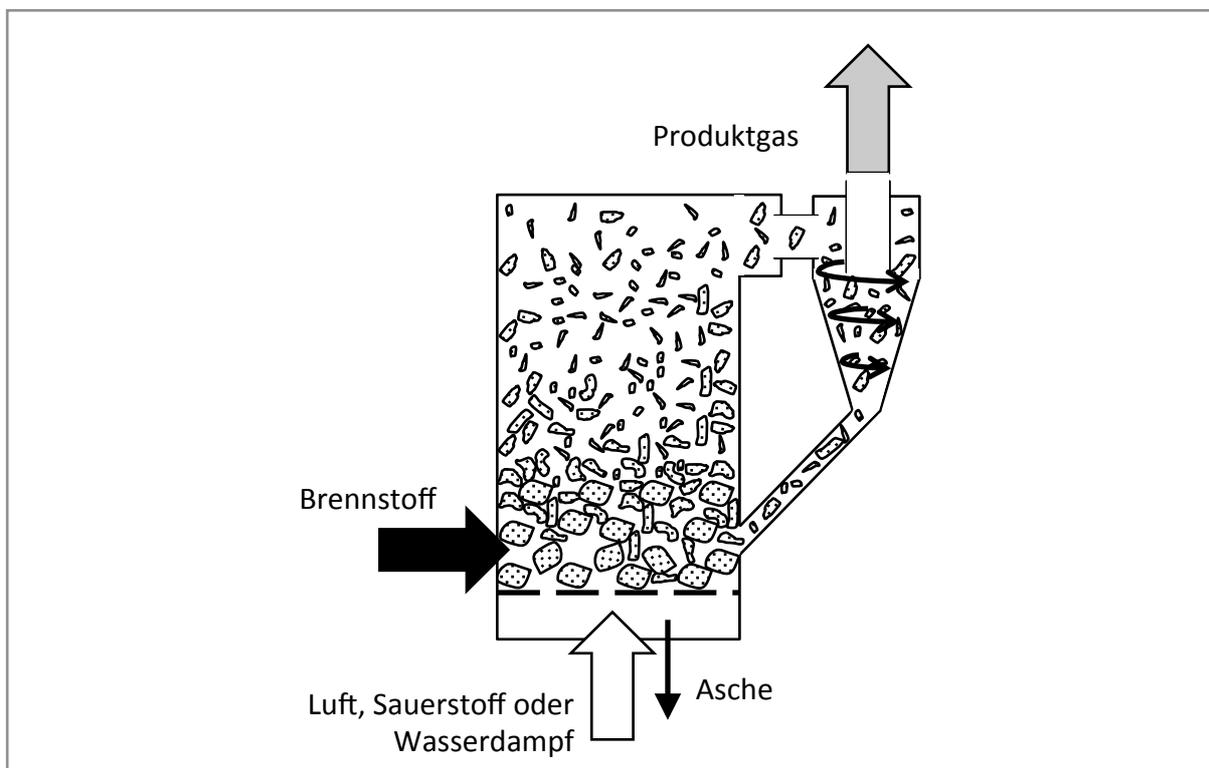


Abbildung 22: Schematische Darstellung der zirkulierenden Wirbelschicht in Bezug auf das fluiddynamische Verhalten<sup>115</sup>

<sup>114</sup> vgl. KALTSCHMITT, M.; HARTMANN, H. (2001), S. 443 f.

<sup>115</sup> KALTSCHMITT, M.; HARTMANN, H. (2001), S. 432

Vor- und Nachteile ähneln denen der stationären Wirbelschicht, auch hier spielt die Größe der Brennstoffstücke keine besonders wichtige Rolle, allerdings sollen die Teile nicht zu groß sein, um ein Schweben zu erleichtern.<sup>114</sup>

### 2.3.3.3 Flugstromverfahren

Beim Flugstromverfahren zielt man darauf ab, eine sehr kurze Verweildauer des Brennstoffes im Reaktor zu erreichen. Die Prozesstemperatur ist sehr hoch und der Brennstoff soll sehr fein gemahlen sein. Damit ergibt sich eine sehr schnelle Vergasung des Brennstoffes und die Asche wird gezielt zum schmelzen gebracht. Diese flüssige Asche wird dann durch korrekte Auslegung der Anlage aus dem Produktgas entzogen.<sup>116</sup>

Die gezielt hohen Temperaturen sind allerdings auch nicht so einfach zu handhaben und es ergibt sich somit ein dementsprechender Aufwand. Es werden durch einen solchen Anlagenaufbau sehr hohe Leistungen erreicht, da der Brennstoff in wenigen Sekunden vergast werden soll. Daher eignet sich diese Technologie für dementsprechend große Anlagen.<sup>116</sup>

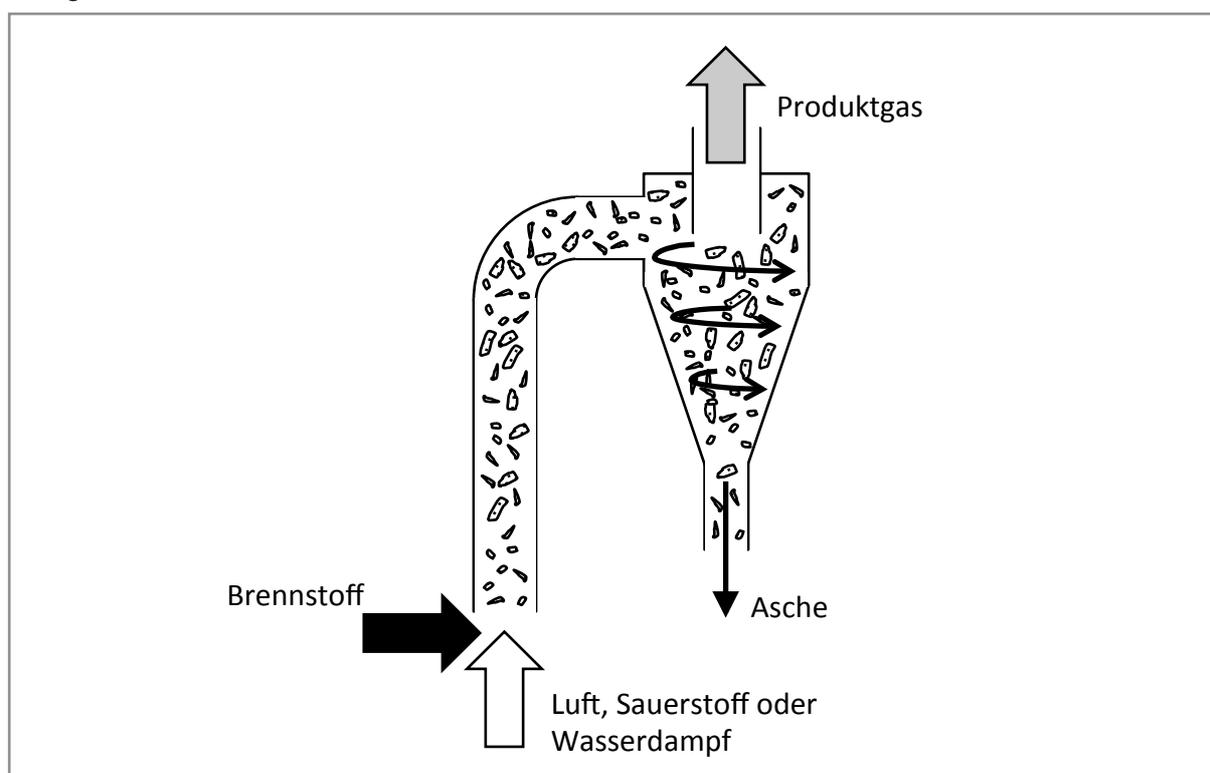


Abbildung 23: Schematische Darstellung der Flugstromvergasung in Bezug auf das fluiddynamische Verhalten<sup>117</sup>

Wie bereits erwähnt, eignet sich dieses Verfahren besonders gut für Brennstoffe, die einen niedrigeren Ascheschmelzpunkt, da diese gezielt erreicht werden soll.<sup>116</sup>

### 2.3.3.4 Sonderform: Gestuftes Verfahren

Das gestufte Verfahren, wie es hier beschreiben wird, gehört eigentlich zur Kategorie der Festbettvergaser. Es handelt sich um ein Verfahren, bei dem versucht wird die in Kapitel

<sup>116</sup> vgl. KALTSCHMITT, M.; HARTMANN, H. (2001), S. 446 f.

<sup>117</sup> KALTSCHMITT, M.; HARTMANN, H. (2001), S. 432

2.3.2 (siehe ab Seite 37) beschriebenen Prozessschritte örtlich zu trennen, um diese so gut zu möglich steuern zu können.

Im Fall der Cleanstgas-Technologie geschieht das folgendermaßen. Die Trocknung und die Pyrolyse werden zusammen vor sich gebracht. Dies geschieht in einem bewegten Schneckentrieb, es handelt sich also um ein bewegtes Bett. Die nötige Energie wird von außen zugeführt, es ist also ein allothermer Vorgang.

Die entstandenen Pyrolysegase werden nun von der Kohle räumlich getrennt. Während die Kohle in einem Behälter fällt wo sie später dem Prozess dienen soll, wird das Pyrolysegas mit Luft und Wasserdampf vermischt und entzündet. Da der Verbrennungsvorgang bei unterstöchiometrischen Verhältnissen geführt wird, handelt es sich hier nur um eine partielle Oxidation. Die Temperatur wird somit in die Höhe getrieben und somit können die Teere und anderen langkettigen Kohlenwasserstoffe gecrackt werden. Dazu wird die entstehende Wärme später genutzt, um die Reduktionsreaktionen zu ermöglichen, da diese endotherm sind. Das bedeutet, dass Wärme benötigt wird, damit diese Reaktionen überhaupt ablaufen können.

Diese Reduktion geschieht in dem Behälter, wo die Kohle der Pyrolyse hin verfrachtet wurde. Da der bereits zugesetzte Sauerstoff (in der Luft) bereits dazu verwendet wurde, um die partielle Oxidation zu ermöglichen und damit die jetzt nötige Wärme zu erzeugen, wird der für diese Reaktionen nötige Sauerstoff auch hier getrennt gesteuert dem Prozess hinzugefügt.

Das Gas durchströmt die Reduktionszone und die dazugehörigen Reaktionen können vor sich gehen. Die nötige Wärme stammt hier vom Brennstoff selbst, diese letzten beiden Prozessen sind daher als autotherm einzustufen. Das entstandene Produktgas ist durch diese recht genau steuerbare Aufstellung sehr arm an Teeren.

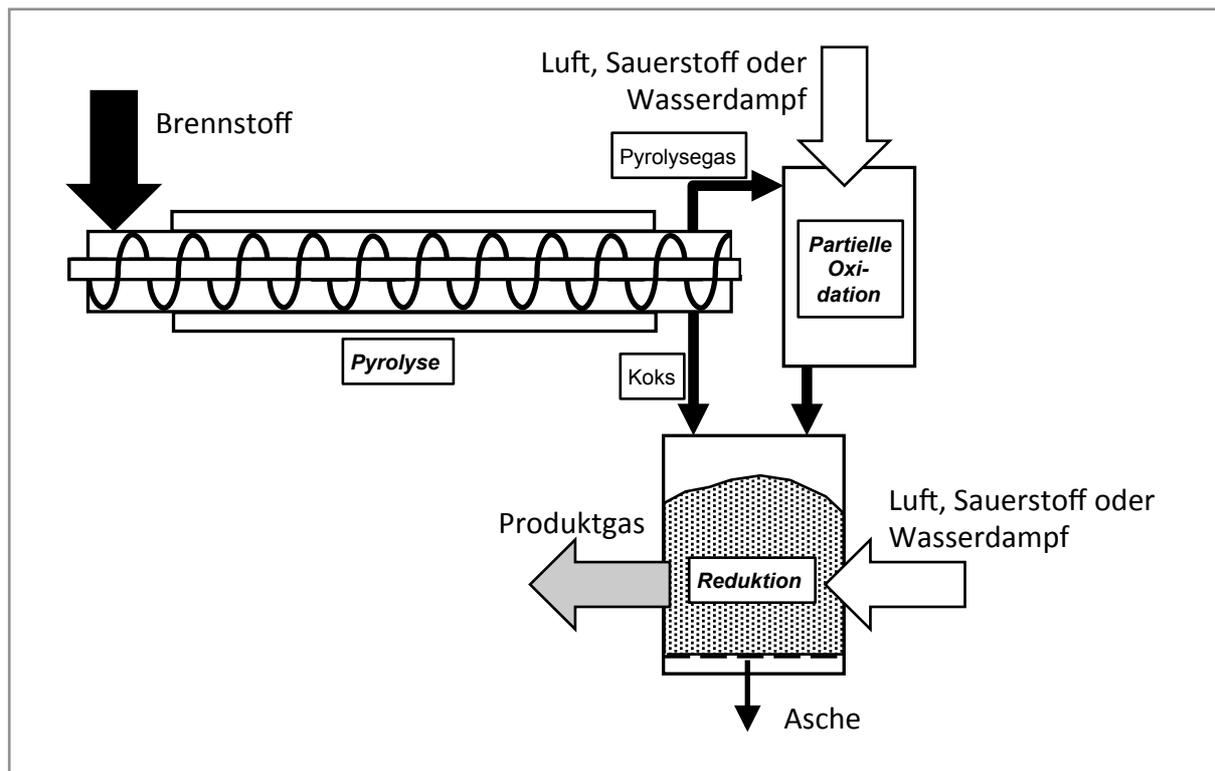


Abbildung 24: Schematische Darstellung der gestuften Vergasung hinsichtlich des fluiddynamischen Verhaltens des Feststoffes und Gases<sup>118</sup>

Der nötige apparative Aufwand ist gegenüber den oben beschriebenen Festbettvergaser-Technologien nachteilig. Allerdings kann dieses Anlagensetting mit der Genauigkeit der Prozesssteuerung, der Flexibilität der Prozessführung und der Reinheit des produzierten Produktgases punkten.

Diese Reinheit des Produktgases bedeutet, dass ein geringerer Aufwand bei dessen Reinigung von Nöten ist und damit eine Senkung des apparativen Aufwandes in diesem Teil der Anlage mit sich bringt.

Folgende Abbildung soll den Vergleich der Belastung des Rohgases hinsichtlich der Teere zwischen den verschiedenen Technologien darstellen.

<sup>118</sup> vgl. PRÄSENTATION CLEANSTGAS (2013), S. 17

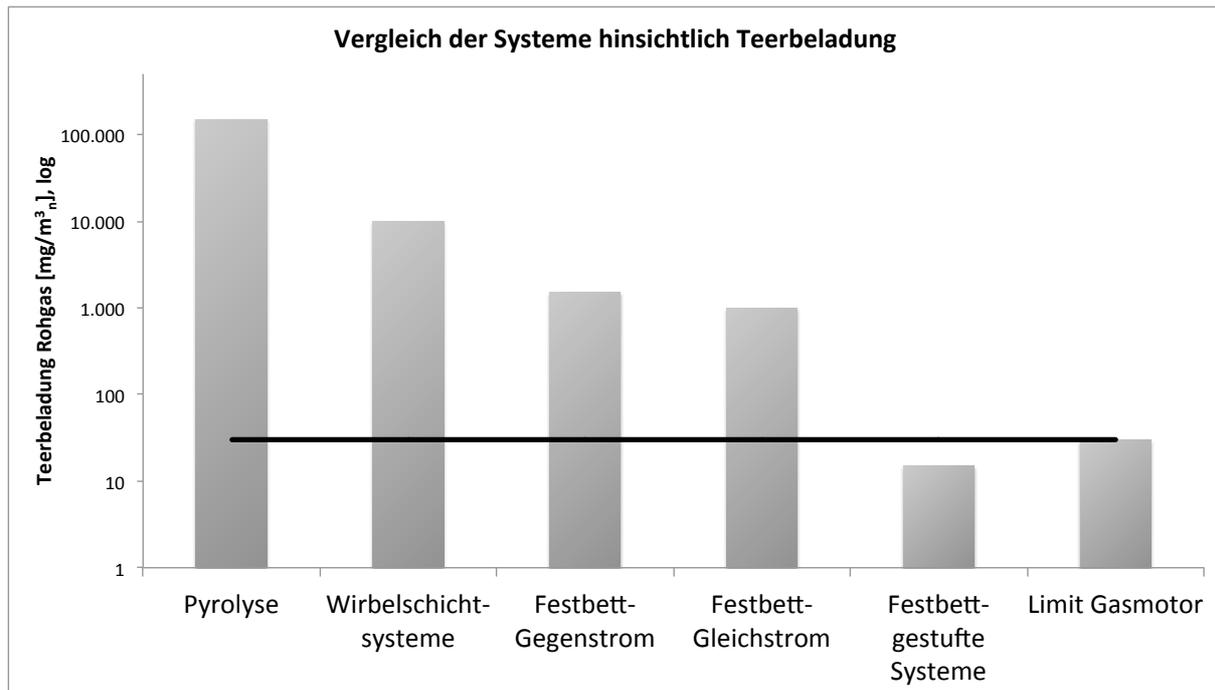


Abbildung 25: Vergleich der Vergasungssysteme hinsichtlich Teerbelastung<sup>119</sup>

Es ist leicht erkenntlich, dass das Produktgas aus der gestuften Vergasung hier einen deutlichen Vorteil gegenüber den anderen Technologien mit sich bringt. Dies nicht nur hinsichtlich der Verwendung in einem Verbrennungsmotor, sondern auch für jegliche andere Anwendung des Produktgases.

### 2.3.4 Gasreinigung

Es entsteht bei diesem Prozess ein Gas, das auch Produkt-, Synthese- oder Holzgas genannt wird. Es ist ein brennbares Gas und besteht je nach Verfahren, Setting und Anlage, sowie nach Steuerung aus verschiedenen Anteilen aus:

- Kohlenmonoxid (CO<sub>2</sub>),
- Kohlendioxid (CO),
- Wasserstoff (H<sub>2</sub>),
- Methan (CH<sub>4</sub>),
- Wasserdampf (H<sub>2</sub>O)
- Stickstoff (N<sub>2</sub>) und
- Verunreinigungen.

Folgendes Bild zeigt eine charakteristische Zusammensetzung der Bestandteile von Holzgas.

<sup>119</sup> PRÄSENTATION CLEANSTGAS (2013), S. 15

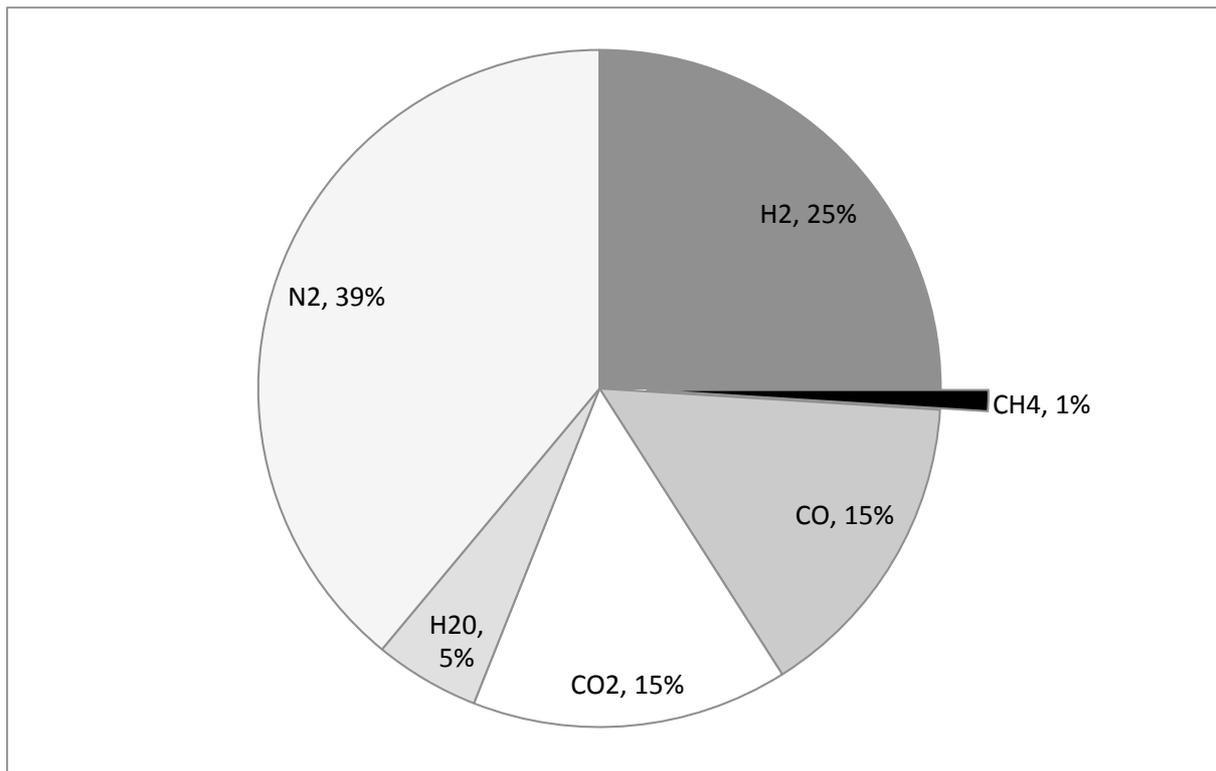


Abbildung 26: Charakteristische Zusammensetzung von Holzgas<sup>120</sup>

Asche ist ein zwangsläufiges Nebenprodukt, das je nach Verfahren eine andere Zusammensetzung und Eigenschaft hat.

Auch je nach Verfahren entstehen bei diesem Prozess leider auch unterschiedliche Mengen an Teere (langkettige Kohlenwasserstoffe, siehe Abbildung 25, Seite 48).

Je nach Anteil des Produktgases an Teere und Staub, müssen Maßnahmen getroffen werden, um das Gas weiterverwenden zu können. Zum Beispiel für einen Einsatz in einem Verbrennungsmotor gibt es von den Herstellern Auflagen bezüglich der Zusammensetzung des Gases, die je nach Motor und Modell unterscheiden.

#### 2.3.4.1 Staubabscheidung

Je nach Verfahren und Anordnung entsteht im Produktgas bei der Vergasung eine unterschiedliche Konzentration an Staub und Partikeln. Um das Produktgas für bestimmte Anwendungen weiterbrauchen zu können, ist es oft nötig, das Produktgas von diesen Staub und Partikeln zu befreien.

<sup>120</sup> PRÄSENTATION CLEANSTGAS (2013), S. 18

### 2.3.4.1.1 Prall- und Umlenkabscheider

Dieses Verfahren nutzt das Erzwingen von Fliehkräften auf die Partikel im zu reinigenden Medium. Damit werden trägere Inhaltstoffe aus dem strömenden Gas geschleudert und Prallen gegen den sogenannten Prallwänden, an denen die Partikel dann nach unten fallen und dort gesammelt werden können.<sup>121</sup>

Nachstehende Abbildung soll das Prinzip des Prallabscheiders verdeutlichen.

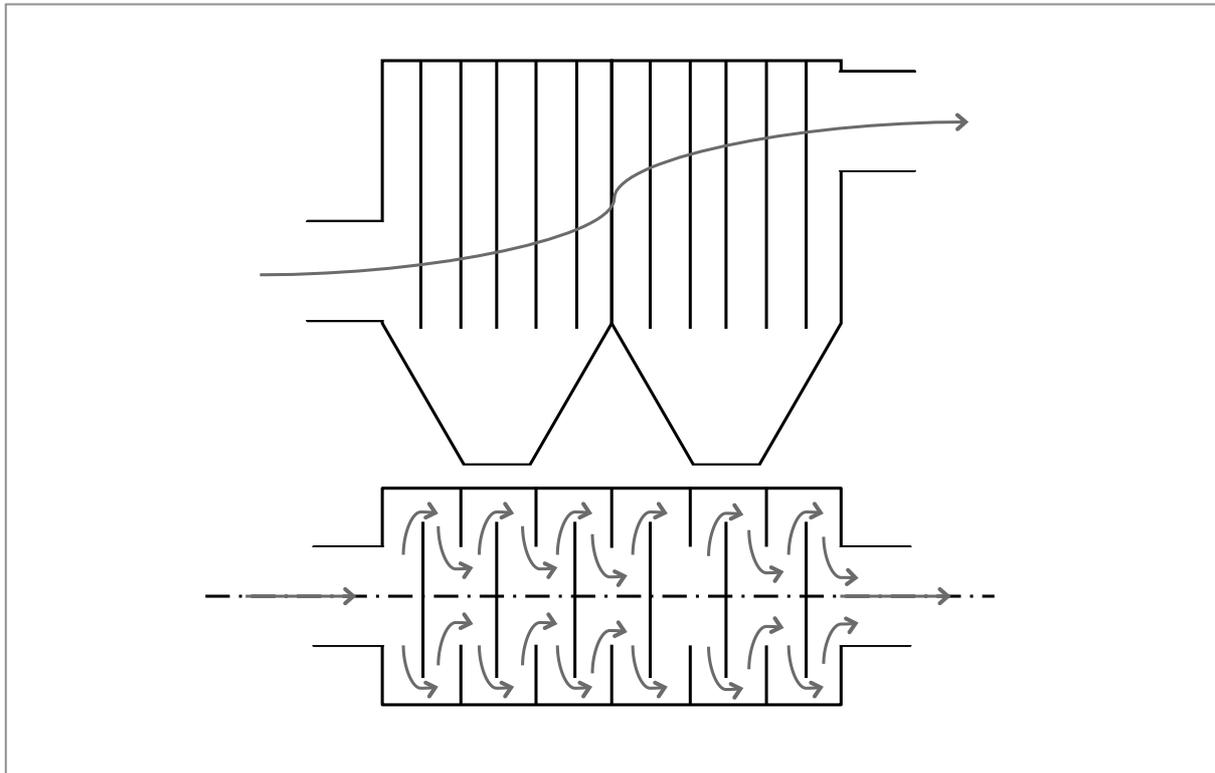


Abbildung 27: Schematische Darstellung eines Prallabscheiders<sup>122</sup>

Abbildung 28 stellt das Prinzip des Umlenkabscheiders bildlich dar.

<sup>121</sup> vgl. TIMMERER, H.; LETTNER, F. (2005), S. 35 f.

<sup>122</sup> TIMMERER, H.; LETTNER, F. (2005), S. 35

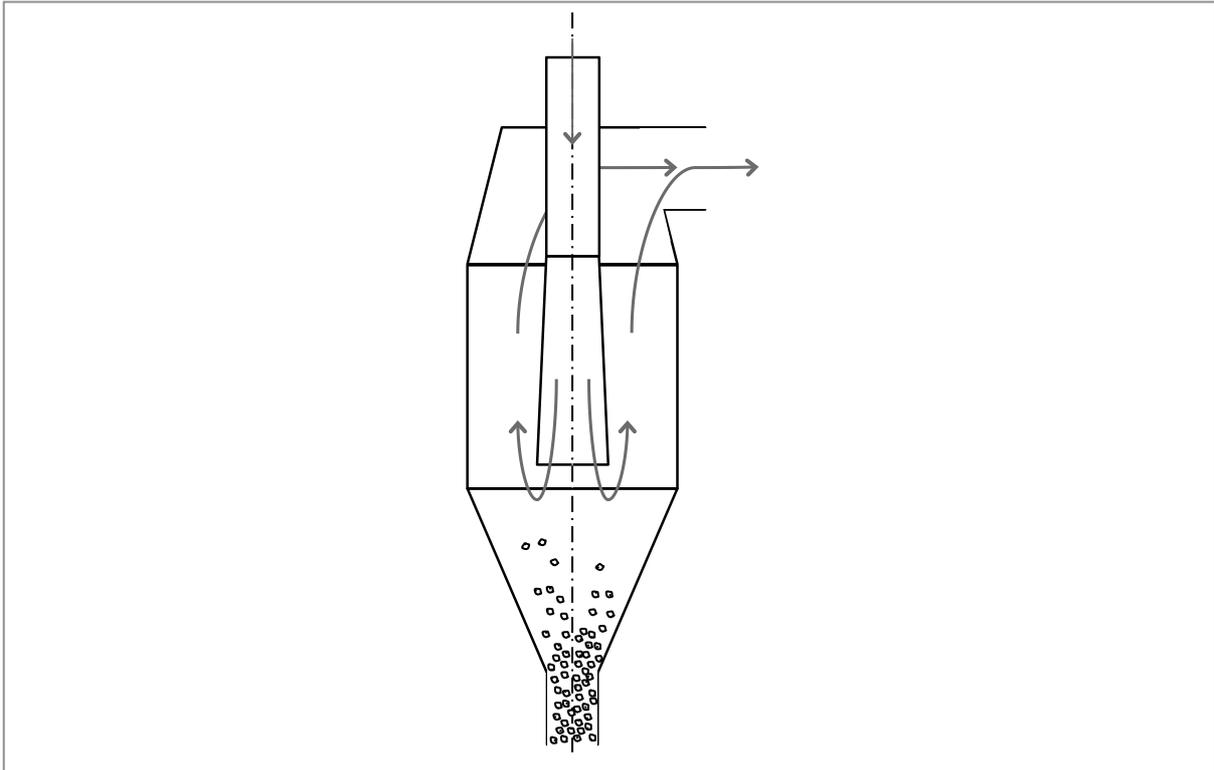


Abbildung 28: Schematische Darstellung eines Umlenkabscheiders<sup>123</sup>

Das selbe Prinzip wird beim Umlenkabscheider genutzt, mit Ausnahme dass hier keine Prallwand angebracht wird, sondern dass sich bei dieser Ausführung rein die Schwerkraft und die durch die Umlenkung eingeleitete Fliehkraft zu nutze gemacht wird. Die Kombination dieser beiden Effekte soll die Partikel aus der Strömung treiben. Diese Partikel können auch bei einem solchen Abscheider am Boden des Behälters gesammelt werden.<sup>124</sup>

<sup>123</sup> TIMMERER, H.; LETTNER, F. (2005), S. 35

<sup>124</sup> vgl. TIMMERER, H.; LETTNER, F. (2005), S. 35 f.

### 2.3.4.1.2 Zyklonabscheider

Auch die Zyklon-Technologie nutzt die höhere Trägheit der Partikel im Verhältnis zum Gas. Ein Zyklon besteht meistens aus einem zylindrischen und einem konischen Teil. Das Rohgas wird hierbei meist tangential in ein zylindrisches Gefäß geleitet und somit in eine rotatorische Bewegung umgeleitet. Die Fliehkräfte bewirken eine Bewegung der Teilchen in Richtung der Außenwand des Zylinders. Von dort fallen die Partikel dann der Wand entlang in den Konus, wo die Teilchen gesammelt werden.<sup>125</sup>

Der Abscheidegrad eines Zyklons hängt von dessen Geometrie, der Größe und Dichte der Partikel ab.<sup>125</sup>

Nachstehende Abbildung soll das beschriebene Prinzip graphisch darstellen.

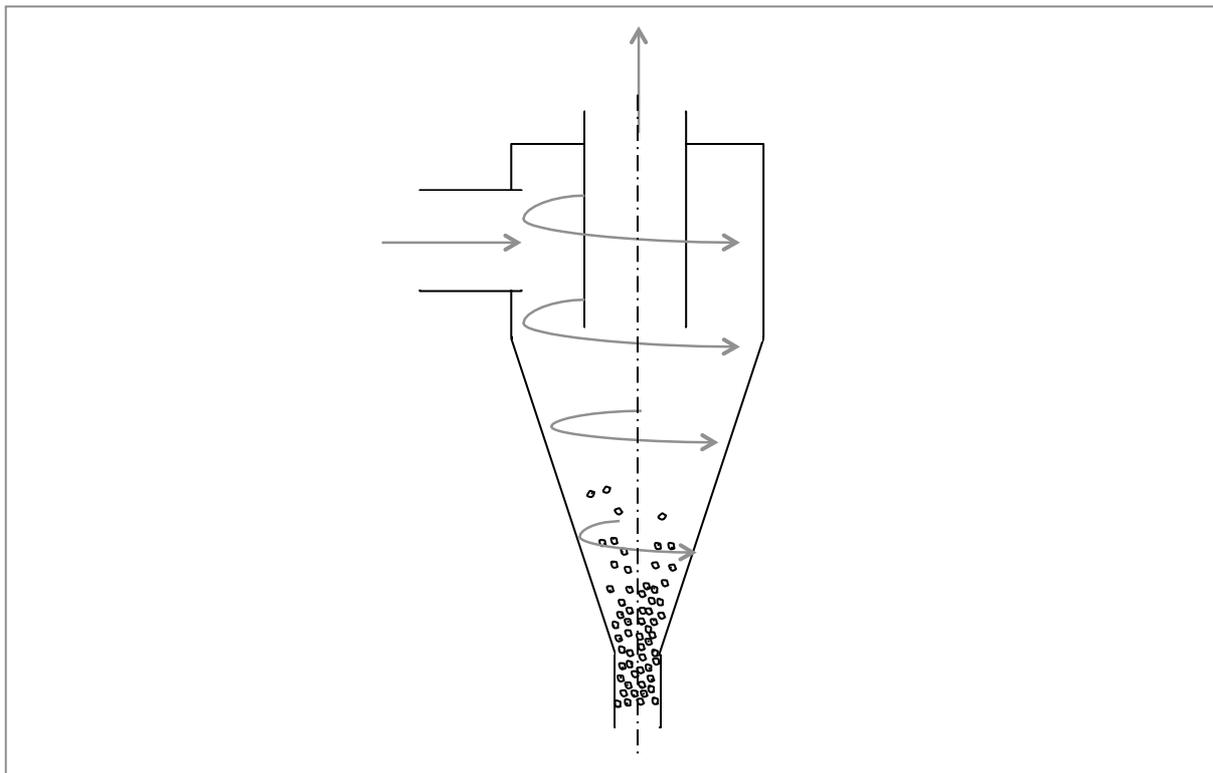


Abbildung 29: Schematische Darstellung eines Zyklonabscheiders<sup>126</sup>

### 2.3.4.1.3 Schlauchfilter

Das Prinzip des Schlauchfilters basiert auf das eines normalen Filters. Dabei strömt das belastete Gas durch eine Gewebe-, Vlies- oder Filzschicht.<sup>127</sup> Die Partikel im Gas bleiben aufgrund dieses Effekts hängen und durch den auftretenden Adhäsionskräften bleiben auch kleinere Partikel hängen, als solche die durch den reinen Filtereffekt hängen bleiben würden.<sup>128</sup>

Eine Anlage besteht aus mehreren langen Gewebsschläuchen, die durch einen Korb in Form gehalten werden (siehe den Querschnitt in Abbildung 30, links). Sobald der Druckverlust, der durch die Verstopfung des Gewebes entsteht, zu groß ist, kann durch einen kurzen

<sup>125</sup> vgl. KALTSCHMITT, M.; HARTMANN, H. (2001), S. 375

<sup>126</sup> TIMMERER, H.; LETTNER, F. (2005), S. 36

<sup>127</sup> vgl. TIMMERER, H.; LETTNER, F. (2005), S. 37 f.

<sup>128</sup> vgl. KALTSCHMITT, M.; HARTMANN, H. (2001), S. 377 f.

Druckstoß gegen die übliche Strömungsrichtung, der angelagerte Filterkuchen von den Schläuchen entfernt werden (siehe den Querschnitt in Abbildung 30, rechts).<sup>128</sup>

Wichtig beim Einsatz einer solchen Technologie für die Reinigung des Produktgases ist, dass der Filterkuchen leicht vom Filtermedium zu lösen ist. Es kann dafür auch eine Beschichtung des Filtermaterials erfolgen. Die Größe die für die Höhe des Druckverlusts für den Einsatz eines solchen Filters bestimmend ist, ist die Filtrationsdauer<sup>129</sup>.

Die nachstehende Abbildung stellt auf der linken Seite den normalen Filterbetrieb eines Schlauchfilters dar. Auf der rechten Seite ist hingegen die Reinigungsphase schematisch dargestellt, bei der ein Stömungsimpuls gegen die übliche Richtung des Gases gegeben wird, um den Filter zu regenerieren.<sup>129</sup>

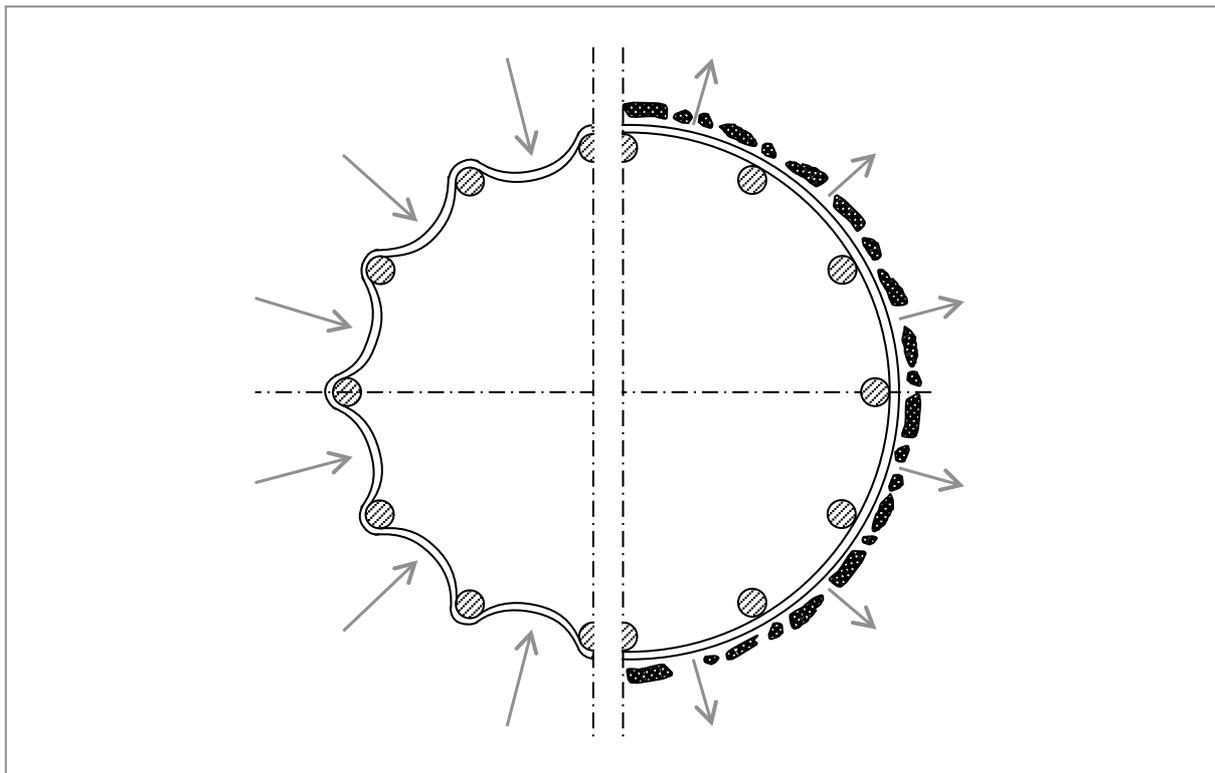


Abbildung 30: Schematische Darstellung eines Gewebefilters. Links im Filterbetrieb, rechts in der Pulsphase zum Reinigen des Filters<sup>130</sup>

<sup>129</sup> vgl. TIMMERER, H.; LETTNER, F. (2005), S. 37 f.

<sup>130</sup> TIMMERER, H.; LETTNER, F. (2005), S. 32

#### 2.3.4.1.4 Mehrschicht-Filterkerzen

Eine Weiterentwicklung des Schlauchfilters ist der Einsatz von metallischen oder keramischen Materialien statt des üblichen Gewebes. Grundvoraussetzung ist die Gasdurchlässigkeit von solchen Stoffen.<sup>131</sup>

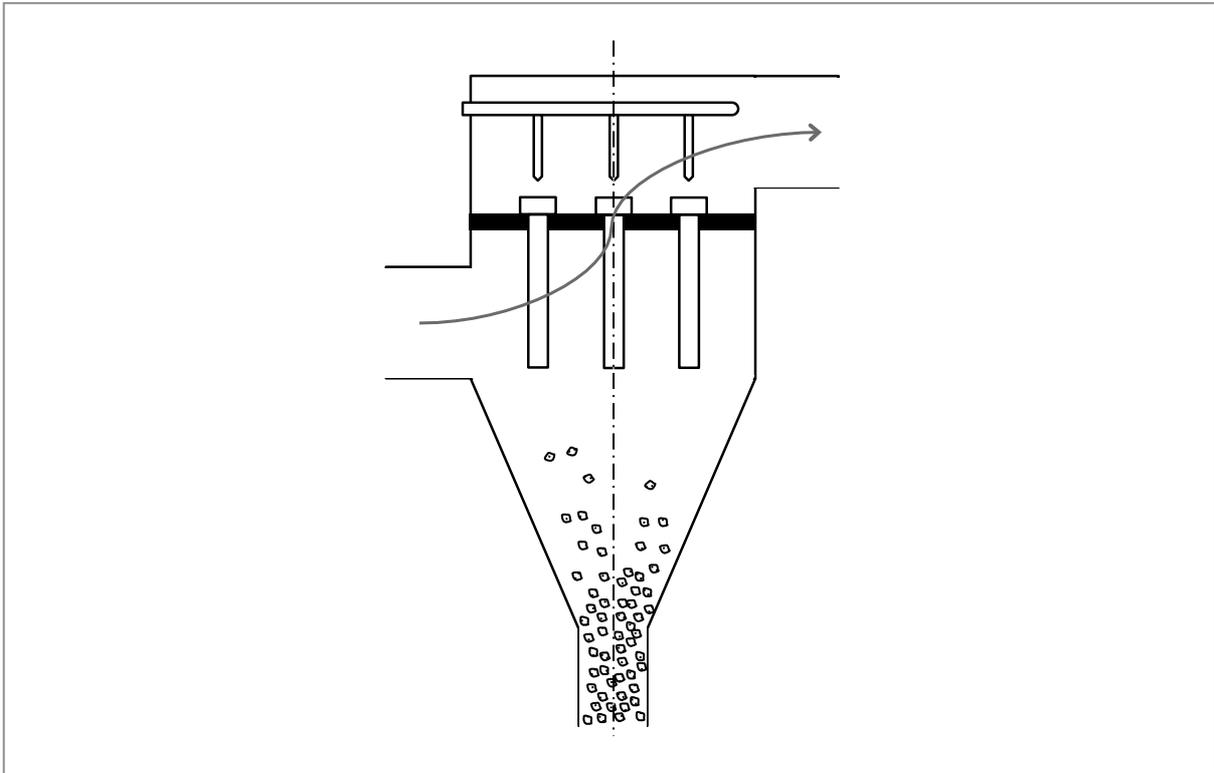


Abbildung 31: Schematische Darstellung eines Abscheiders mit Mehrschicht-Filterkerzen<sup>132</sup>

<sup>131</sup> vgl. TIMMERER, H.; LETTNER, F. (2005), S. 38 f.

<sup>132</sup> vgl. TIMMERER, H.; LETTNER, F. (2005), S. 39

### 2.3.4.1.5 Elektrostatischer Abscheider

Diese Art von Abscheider funktioniert durch die elektrostatische Aufladung der Teilchen. Diese werden durch ein angebrachtes elektrisches Feld aufgeladen, binden sich untereinander zu Klumpen und fallen ab.<sup>133</sup>

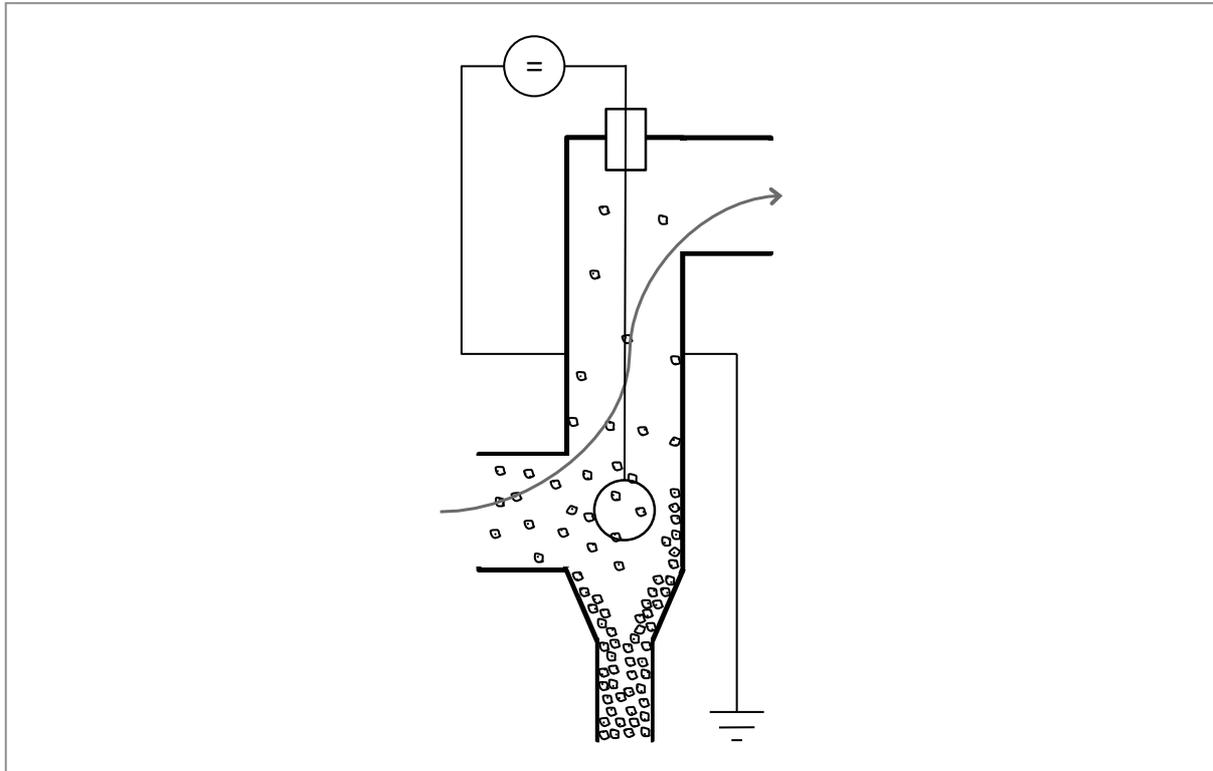


Abbildung 32: Schematische Darstellung eines elektrostatischen Abscheiders<sup>134</sup>

Es werden hierbei die elektrostatischen Kräfte genutzt, um ein Bewegen der Teilchen zur Wand (Niederschlagselektrode) und somit ein Abfallen der Teilchen aus den Abgasstrom zu bewirken.<sup>135</sup>

### 2.3.4.2 Teerbehandlung

Wie bereits öfters erwähnt, entstehen bei der Vergasung von Holz je nach Prozessverfahren und Prozessführung Prozessgase mit verschiedenen Konzentrationen an Teere und andere langkettigen Kohlenwasserstoffen. Wenn das Prozessgas noch heiß ist, sind diese Stoffe noch im flüchtigen Zustand. Allerdings muss das Gas für eine Anwendung für verschiedenste Zwecke davor noch abgekühlt werden. Dabei kondensieren allerdings die enthaltenen Kohlenwasserstoffe bei unterschreiten von Temperaturen um die 300 °C. Diese Stoffe können eine weitere Verwendung stark beeinträchtigen, da sie Leitungen verstopfen und Bauteile beschädigen können.

Daher sollten diese Stoffe vor einer weiteren Verwendung des Prozessgases aus diesem entfernt werden.

<sup>133</sup> vgl. TIMMERER, H.; LETTNER, F. (2005), S. 40 f.

<sup>134</sup> TIMMERER, H.; LETTNER, F. (2005), S. 40

<sup>135</sup> vgl. KALTSCHMITT, M.; HARTMANN, H. (2001), S. 378 f.

### 2.3.4.2.1 Festbettadsorber

Bei einem Festbettadsorber durchströmt das Gas verschiedene Adsorber-Elemente die in der Regel aus Aktivkohle bestehen. Dabei bleiben die Teerverbindungen an der Kohle hängen und werden somit aus dem Gasstrom entfernt.<sup>136</sup>

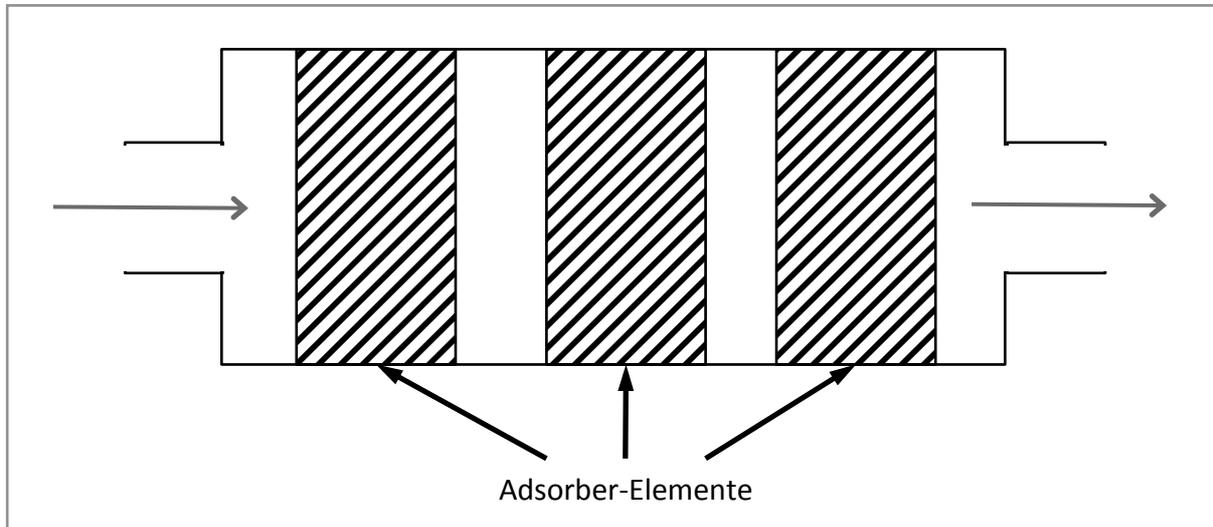


Abbildung 33: Schematische Darstellung eines Festbettadsorbers<sup>137</sup>

### 2.3.4.2.2 Thermische Behandlung

Eine thermische Nachbehandlung passiert z.B. bei der partiellen Oxidation, wobei das Produktgas mit einer Vermischung mit etwas Oxidationsmittel (Luft oder Sauerstoff) zum Teil verbrannt wird, damit die langkettigen Kohlenwasserstoffverbindungen (Teere) gesprengt werden. Allerdings wird mit diesem Prozess eine Minderung der Heizwerte des Gases in Kauf.<sup>136</sup>

### 2.3.4.2.3 Katalytische Behandlung

Die katalytische Behandlung funktioniert im Prinzip gleich wie die thermische Behandlung. Der Katalysator sorgt lediglich dafür, dass die Aktivierungsenergien für die Reaktionen herabgesetzt werden. Die nötige Aktivierungsenergie wird auch bei diesem Verfahren durch partielle Oxidation bereitgestellt. Mit der Senkung der Aktivierungsenergie können die Temperaturen des Produktgases niedriger gehalten werden.<sup>136</sup>

### 2.3.4.2.4 Wäscher

In einem Wäscher wird das Gas mit einer Flüssigkeit in Kontakt gebracht. Dabei sollen bestimmte Bestandteile aus dem Strom gebracht werden. Es können feste Bestandteile durch Agglomeration gebunden, oder gasförmige oder flüssige Bestandteile in der Waschflüssigkeit gelöst werden. Die gefilterten Bestandteile müssen in einem zweiten Prozess aus dieser Waschflüssigkeit wieder entzogen werden.<sup>138</sup>

Es gibt verschiedene Arten von Wäscher. Je nach Einsatzgebiet eignen sich bestimmte Modelle besser als andere.

Folgende Abbildung soll das Prinzip eines Füllkörperwäschers darstellen.

<sup>136</sup> vgl. TIMMERER, H.; LETTNER, F. (2005), S. 42 f.

<sup>137</sup> TIMMERER, H.; LETTNER, F. (2005), S. 42

<sup>138</sup> vgl. KALTSCHMITT, M.; HARTMANN, H. (2001), S. 386

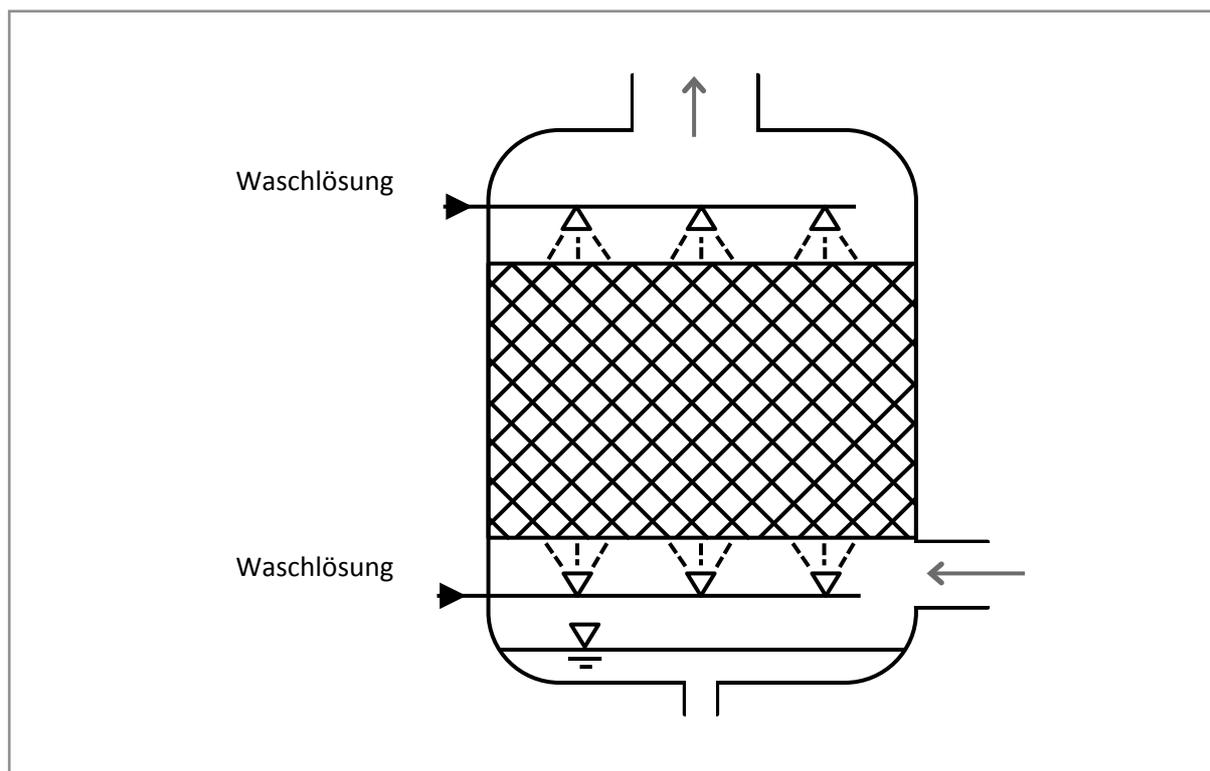


Abbildung 34: Schematische Darstellung eines Füllkörperwäschers<sup>139</sup>

## 2.3.5 Das Blockheizkraftwerk-Modul (BHKW-Modul)

Ist die Einheit in einem Heizwerk, in welcher Strom und Wärme gleichzeitig produziert wird. Es handelt sich dabei um das Verfahren der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK).

Das BHKW-Modul besteht im Prinzip aus einem Motor, einem Generator und der dazugehörigen Abgasnachbehandlung.

### 2.3.5.1 Motor

Im Falle von Holzgas handelt es sich beim Motor um einen umgebauten Gasmotor, der mit einem anderem Verhältnis zwischen Luft und Schwachgas betrieben wird. Diese Anpassung ist von Nöten, da es sich beim Holzgas um ein Schwachgas handelt, das andere Komponenten enthält als Biogas, für welches ein solcher Motor gedacht ist (siehe auch Kapitel 2.3.4, Seite 48). Da die Zusammensetzung eine andere ist, bedarf es auch einer unterschiedlichen Menge an Sauerstoff, mit dem das Gas reagieren soll.

### 2.3.5.2 Generator

Beim Generator handelt es sich um ein handelsübliches Generatormodul, das einfach die Kraft, die vom Motor produziert nutzt, um Strom zu erzeugen.

### 2.3.5.3 Abgasnachbehandlung

Die Emission in die Umwelt spielt in der heutigen Zeit eine sehr große Rolle und die Bedeutung von einer Abgasnachbehandlung zur Einhaltung von gesetzlich

<sup>139</sup> TIMMERER, H.; LETTNER, F. (2005), S. 43

vorgeschriebenen Emissionsgrenzwerten ist heute in bestimmten Sektoren nicht wegzudenken.

Dabei haben sich verschiedene Technologien entwickelt um eine Reduktion der Emissionen durch das Abgas von einer motorischen Verbrennung zu bewirken. Die wichtigsten darunter sind:

- **3-Wege-Katalysator**, ist ein Katalysator bei welchem versucht wird, durch konstant halten der stöchiometrischen Verhältnisse ( $\lambda=1$ ) ein gleichzeitiges vonstatten finden von Oxidations- und Reduktionsreaktionen zu ermöglichen.<sup>140</sup>
- **DeNo<sub>x</sub>-Katalysator**, ist ein Katalysator, der die bei ungünstigen Verhältnissen Stickoxide chemisch speichert, um sie wieder frei zu geben, wenn die Verhältnisse im Katalysator günstig sind ( $\lambda < 1$ ), um diese durch Reduktion abzubauen.<sup>141</sup>
- **Oxidationskatalysator**, ist ein Katalysator der nur bei einem fetten Luftverhältnis ( $\lambda > 1$ ) funktioniert, bzw. wenn zusätzliche Luft in den Katalysator eingebracht wird. Allerdings können dann klarerweise nur weitere Oxidationsreaktionen von statten gehen, wie z.B. die Oxidation von Kohlenmonoxid, Zersetzung von verbrannten Kohlenwasserstoffen oder die Oxidation von Rußpartikel.<sup>142</sup>
- **Selektive Katalytische Reduktion**, ist die Einbringung von Ammoniak - dessen Wirkung selektiv ist - in den Katalysator, um eine Reduktion der Stickoxide zu bewirken.<sup>143</sup>

Verschiedene Gesetzestexte verlangen eine Umrechnung der Abgaskonzentrationen auf einen bestimmten Bezugssauerstoff-Werts um die Werte untereinander vergleichbar zu machen. Die Umrechnung zwischen den verschiedenen Konzentrationen an Bezugssauerstoff geschieht mit folgender Formel.

$$\frac{E_{bez}}{E_{gem}} = \frac{21\% - O_{bez}}{21\% - O_{gem}}$$

Dabei steht:

- $O_{bez}$  für die gewünschte Sauerstoffkonzentration in Prozent [%],
- $E_{bez}$  für den Emissionswert bezogen auf die gewünschte bezugs-Sauerstoffkonzentration [ $\text{mg}/\text{m}^3$ ],
- $O_{gem}$  für die Sauerstoffkonzentration die während der Messung vorherrschte [%] und
- $E_{gem}$  für die gemessene Emission [ $\text{mg}/\text{m}^3$ ].

## 2.4 Definitionen

Es folgen nun einige Begriffsdefinitionen, um eine gemeinschaftliche Wissensstand zu bilden und somit fest zu setzten, was in dieser Arbeit gemeint ist, wenn ein Begriff benutzt wird.

<sup>140</sup> BRAESS, H.-H.; SEIFFERT, U. (2012), S. 209 ff.

<sup>141</sup> BRAESS, H.-H.; SEIFFERT, U. (2012), S. 212 f.

<sup>142</sup> BRAESS, H.-H.; SEIFFERT, U. (2012), S. 245 f.

<sup>143</sup> BRAESS, H.-H.; SEIFFERT, U. (2012), S. 251 f.

### 2.4.1 System

„Ein System ist eine Gesamtheit geordneter Elemente. Diese Elemente sind miteinander durch Relationen verknüpft. Die formale Abbildung dieser Verknüpfung wird als Struktur des Systems bezeichnet.“<sup>144</sup>

### 2.4.2 Bedürfnis

„Ein Bedürfnis bezeichnet das Streben des Menschen nach Befriedigung aufgrund eines Mangelempfindens. Mangel oder Knappheit ist demnach eine Voraussetzung für ein Bedürfnis. Die Wirtschaft schafft Abhilfe bei Mangel oder Knappheit, indem sie auf ökonomische Art und Weise Dienstleistungen und Güter produziert und diese am Markt anbietet.“<sup>145</sup> So lautet die Definition nach Straub.

### 2.4.3 Markt

Kotler meint in seinem Buch zu den Grundlagen des Marketings: „Ein Markt besteht aus allen potentiellen und tatsächlichen Kunden mit einem bestimmten Bedürfnis oder Wunsch, die willens und fähig sind, durch einen Austauschprozess das Bedürfnis oder den Wunsch zu befriedigen.“<sup>146</sup>

### 2.4.4 Marktsegment

Des Weiteren schreibt Kotler im selben Buch: „Unter Marktsegment versteht man die Aufteilung eines Marktes in unterschiedlichen Käufergruppen mit unterschiedlichen Bedürfnissen.“<sup>147</sup>

#### 2.4.4.1 Marktkapazität

„[...] maximale Aufnahmefähigkeit eines Marktes ohne Berücksichtigung der finanziellen Restriktionen eines Marktes. Die M. [Anm.: Marktkapazität] lässt sich bestimmen, indem das Absatz- bzw. Umsatzpotenzial unter der Prämisse ermittelt wird, dass die Nachfrager so viel kaufen, wie es Ihren Bedürfnissen entspricht.“<sup>148</sup>

#### 2.4.4.2 Marktpotenzial

„[...] Absatzpotential, die in einem Zeitabschnitt unter optimalen Bedingungen maximal absetzbare Menge eines Produktes.“<sup>149</sup>

---

<sup>144</sup> ZANGENMEISTER, C. (1976), S. 15

<sup>145</sup> STRAUB, T. (2011), S. 26

<sup>146</sup> KOTLER, P.; ARMSTRONG, A., SAUNDERS, J.; et al. (2007), S. 36

<sup>147</sup> KOTLER, P.; ARMSTRONG, A., SAUNDERS, J.; et al. (2007), S. 117

<sup>148</sup> BRUHM, M.; HOMBURG, C. (2004), S. 538

<sup>149</sup> BRUHM, M.; HOMBURG, C. (2004), S. 541

### 2.4.4.3 Marktvolumen

Oft auch als erreichbarer Markt bezeichnet, ist laut Bruhm „[...] Gesamtheit des in einer Periode von allen Anbietern realisierten Absatz- bzw. Umsatzvolumens auf einem abgegrenztem Markt. Es bildet die Bezugsbasis für die Bestimmung des Marktanteils.“<sup>150</sup>

### 2.4.4.4 Marktanteil

„[...] Verhältniszahl, die den Umsatz/Absatz eines Unternehmens zum Umsatz/Absatz aller Unternehmen der Betreffenden Branche (Marktvolumen) in Beziehung setzt. [...] Der Marktanteil kann sowohl mengen- als auch wertmäßig erfasst werden.“<sup>151</sup>

### 2.4.5 Marktforschung

Pepels schreibt in seinem Werk dazu: „Unter Marktforschung werden alle Aktivitäten zur Sammlung und Auswertung von Informationen als Grundlage für Marketingentscheidungen verstanden[...]“<sup>152</sup>

### 2.4.6 Invention

„[...]ein tatsächlich neuer Gegenstand oder eine tatsächlich neue Idee. Sie unterliegt den gleichen Prozessen der Adoption und Diffusion wie die Innovation.“<sup>153</sup>

### 2.4.7 Innovation

Der Begriff der Innovation ist eigentlich nicht sehr klar definiert. Deshalb wird der Begriff auch in verschiedensten Situationen verwendet.

Auf jeden fall kann behauptet werden, dass sich der Begriff Innovation klar von dem Begriff Invention abgrenzt.

Joseph A. Schumpeter gilt als der Gründervater der Innovation. Dieser Sagt in einem seiner Bücher: „Wenn wir nicht die Faktormengen, sondern die Form der Funktion verändern, dann haben wir die Innovation.“<sup>154</sup>

Weiter schreibt Schumpeter in seinem Buch, dass es sich um eine „Änderung der Produktionsfunktion“ handelt, die „einen besonderen Prozess der Anpassung erzwingen“.<sup>155</sup>

Das bedeutet des Weiteren, dass der Begriff Innovation eigentlich nicht nur in der Technik oder in der Wirtschaft, sondern in vielen anderen Bereichen verwendet werden kann, wo sich die Produktionsfaktoren, wie auch immer, auf einen besonderen Prozess neu anpassen.

Im Gabler Wirtschaftslexikon steht dazu: „Allgemein: Bezeichnung in den Wirtschaftswissenschaften für die mit technischem, sozialem und wirtschaftlichem Wandel einhergehenden (komplexen) Neuerungen.“<sup>156</sup> Im selben Artikel steht allerdings auch:

---

<sup>150</sup> BRUHM, M.; HOMBURG, C. (2004), S. 543

<sup>151</sup> BRUHM, M.; HOMBURG, C. (2004), S. 531

<sup>152</sup> PEPELS, W. (1999), S. 51

<sup>153</sup> GABLER WIRTSCHAFTSLEXIKON (2014c)

<sup>154</sup> SCHUMPETER, J. A. (1961), S. 94

<sup>155</sup> SCHUMPETER, J. A. (1961), S. 101 und S. 109

<sup>156</sup> GABLER WIRTSCHAFTSLEXIKON (2014b)

„Bisher liegt kein geschlossener, allg. gültiger Innovationsansatz bzw. keine allg. akzeptierte Begriffsdefinition vor.“<sup>156</sup>

### **2.4.8 Branche**

Zum Begriff „Branche“ schreibt das Gabler Wirtschaftslexikon: „Sammelbezeichnung für Unternehmen, die weitgehend substituierbare Produkte oder Dienstleistungen herstellen (bspw. Automobilbranche, Elektronik, Pharmaindustrie). Als weitere Abgrenzungskriterien können die eingesetzte Fertigungstechnik oder die verwendeten Grundmaterialien herangezogen werden. Umfängliche Branchenklassifikationen werden von verschiedenen statistischen Ämtern erstellt (vgl. Wirtschaftszweigsystematiken).“<sup>157</sup>

### **2.4.9 Ausgaben**

Unter Ausgaben „[...] versteht man [...] grundsätzlich den periodenbezogenen Geldwert der gekauften Sach- (iSv [Anm.: im Sinne von] Gütern) und Dienstleistungen.“<sup>158</sup>

### **2.4.10 Auszahlungen**

„Unter Auszahlungen versteht man das Abfließen von liquiden Mitteln aus dem Unternehmen[...]“<sup>159</sup>

### **2.4.11 Einnahmen**

„Einnahmen [...] entsprechen dem Geldwert der Verkäufe von Sach- und Dienstleistungen, welche aus dem betrieblichen Leistungs- und integrierten Absatzprozess resultieren.“<sup>158</sup>

### **2.4.12 Einzahlungen**

Es wird unter Einzahlungen „[...]das Zufließen von liquiden Mitteln in das Unternehmen“<sup>159</sup> verstanden.

### **2.4.13 Cash-Flow**

Das Zusammenspiel zwischen Ausgaben und Einnahmen wird als Cash-Flow bezeichnet. Dazu die Literatur: „Das Maß der Innenfinanzierung aus dem Umsatzprozess einer Unternehmung ist durch den Cashflow bestimmt.“<sup>160</sup>

---

<sup>157</sup> GABLER WIRTSCHAFTSLEXIKON (2014a)

<sup>158</sup> ZUNK, B. M.; GRBENIC, S.; BAUER, U. (2013), S. 16

<sup>159</sup> ZUNK, B. M.; GRBENIC, S.; BAUER, U. (2013), S. 15

<sup>160</sup> LECHNER, K.; EGGER, A.; SCHAUER, R. (2001), S. 230

### **2.4.14 Kapitalwiedergewinnungsfaktor**

„Der Kapitalwiedergewinnungsfaktor verteilt eine Einmalzahlung in postnumerando, äquidistante und uniforme Zahlungen für eine vorgegebene Nutzungsdauer, beginnend auf dem ersten Zeitpunkt nach der zu verteilenden Zahlung.“<sup>161</sup>

### **2.4.15 Nutzwertanalyse**

„Nutzwertanalyse ist die Analyse einer Menge komplexer Handlungsalternativen mit dem Zweck, die Elemente dieser Menge entsprechend den Präferenzen des Entscheidungsträgers bezüglich eines multidimensionalen Zielsystems zu ordnen. Die Abbildung dieser Ordnung erfolgt durch die Angabe der Nutzwerte (Gesamtwerte) der Alternativen.“<sup>162</sup>

---

<sup>161</sup> POGGENSEE, K. (2011), S.122

<sup>162</sup> ZANGENMEISTER, C. (1976), S. 45

## 3 Praktische Problemlösung

Die Arbeit besteht, wie es in Kapitel 1 (Einleitung, Seite 1) beschrieben wird, aus drei Säulen. Zum ersten die Marktanalyse, dann die gesetzlichen Rahmenbedingungen und als letztes die Wirtschaftlichkeitsrechnung.

Das praktische Vorgehen im Rahmen der Diplomarbeit zu diesen drei Teilen soll in diesem Kapitel sequentiell beschrieben werden.

### 3.1 Marktanalyse

Dieses Kapitel besteht ebenfalls aus drei Hauptteilen. Als Erstes wird die Marktanalyse behandelt, gefolgt von der Beschreibung der gesetzlichen Rahmenbedingungen. Als letzter Teil wird die Wirtschaftlichkeitsrechnung erläutert. In die Wirtschaftlichkeitsrechnung fließen auch die Erkenntnisse und Informationen aus den ersten beiden Kapiteln.

#### 3.1.1 Identifikation der potentiellen Zielgruppen

Da keine Primärquellen für Informationen zum Thema direkt zugänglich sind, oder diese bei Verfügbarkeit nur mit hohem Kostenaufwand erwerblich wären, wird die Strategie verfolgt, so viele Sekundärquellen wie möglich ausfindig zu machen. Diese Veröffentlichungen (Paper, Reports, Berichte, usw.) sollen dann untereinander verglichen werden, um aus diesen Informationen brauchbare Daten heraus zu filtern. Diese Methode der sekundären Datenquelle erweist sich als die kostengünstigere, schnellere und vielfältigere, um Daten zur bestehenden Marktkapazität zu erheben (vgl. Kapitel 2.1.3, Seite 17).

Dass bestehende Fernwärmenetze zu den potentiellen Kunden gehören, erscheint klar und ist auch aus der Vorstellungspräsentation der Cleanstgas zu entnehmen.<sup>163</sup> Zu diesen Fernwärmenetzen und dazugehörigen Anlagen gehören solche, die noch keine Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) verwenden, solche die KWK aus erneuerbaren Energien nutzen und auch solche die KWK aus nicht erneuerbaren Energiequellen nutzen.

Es können allerdings auch noch zusätzliche Bereiche und Branchen identifiziert werden, die einen genügenden thermischen Verbrauch über das Jahr erweisen, um für die Marktanalyse in Frage zu kommen. Dazu können sowohl Betriebe aus dem Dienstleistungssektor, als auch Unternehmen aus der Industrie in Erwägung gezogen werden.

Zu diesem Informationsbedarf nachzukommen, kann hier ein Umweg über eine andere Technologie genommen werden. Die Technologie der Solarthermie arbeitet in einem Temperaturbereich, der sehr ähnlich dem Niveau ist, das der Holzgaserzeuger produziert. Somit können Studien über das Potential zur Anwendung dieser Technologie herangezogen werden, um Informationen für diese Arbeit zu gewinnen. Zudem gibt es zum Thema der solaren Prozesswärme viel mehr Material und Studien als zum Thema Holzgas, da die Europäische Union in den letzten Jahren sehr viele Mittel in Aufklärung und Analyse zur Anwendung dieser Technologie ausgeschüttet hat.

Es können mit Hilfe solcher Quellen also weitere potentielle Kunden aus ganz unterschiedlichen Bereichen findig gemacht werden. Es heben sich aus verschiedenen

---

<sup>163</sup> vgl. Präsentation Cleanstgas (2013), S. 26

Studien einige markante Sektoren hervor, die typischerweise einen hohen Verbrauch an thermischer Energie aufweisen, diese aber auf einen recht niedrigen Temperaturniveau brauchen.

Es resultieren aus einem Bericht zur solaren Prozesswärme in der Industrie folgende Sektoren im genossenschaftlichen und industriellen Bereich, welche für die Analyse weitersin Frage kommen:<sup>164</sup>

- Chemische Industrie;
- Ernährungsgewerbe;
- Papiergewerbe;
- Textilgewerbe und
- Gummi und Kunststoffindustrie.

Auf diese Bereiche soll wenn möglich genauer eingegangen werden, um Prozesse und Vorgänge auf dessen Wärmebedarf zu analysieren, die im täglichen Geschäft der genannten Industriezweige vor sich gehen. Somit soll ein Überblick der energetischen Verbraucher von thermischer Energie verschafft werden.

Allerdings ist für die oben genannten Industriezweige zu beachten, dass sowohl die chemische Industrie, als auch die Papier und Zellstoffindustrie auch einen sehr hohen Verbrauch an Wärme aufweisen, die mit einem weitaus höheren Temperaturniveau bereitgestellt werden muss. Daher haben diese Industriebereiche zwar einen Bedarf an thermischer Energie im Temperaturband zwischen 80 und 90 °C, werden sich das Energieversorgungssystem wahrscheinlich so auslegen, dass die Wärme kaskadenartig genutzt wird. Somit wäre der Bedarf einer Anlage die Energie in einem Temperaturbereich anbieten, wie es die Anlage der Cleanstgas tut, eigentlich nicht vorhanden.

Voraussetzung für unsere Analyse der Kunden ist wie vorher beschreiben ein Abnehmer, der Wärme in einem Temperaturfenster zwischen 80 und 90°C benötigt. Also ein wärmegeführter Betrieb. Daher ist dieser Bereich in den nachstehenden Grafiken (Tabelle 4, Seite 65 und Tabelle 5, Seite 67) gelb markiert.

Diese Grafik zeigt eine Übersicht von verschiedenen Prozessen aus unterschiedlichen Branchen, die sich zur Einbindung von solarer Prozesswärme eignen.

---

<sup>164</sup> vgl. LAUTERBACH, C.; SCHMITT, B.; VAJEN K. (2011) S. 20

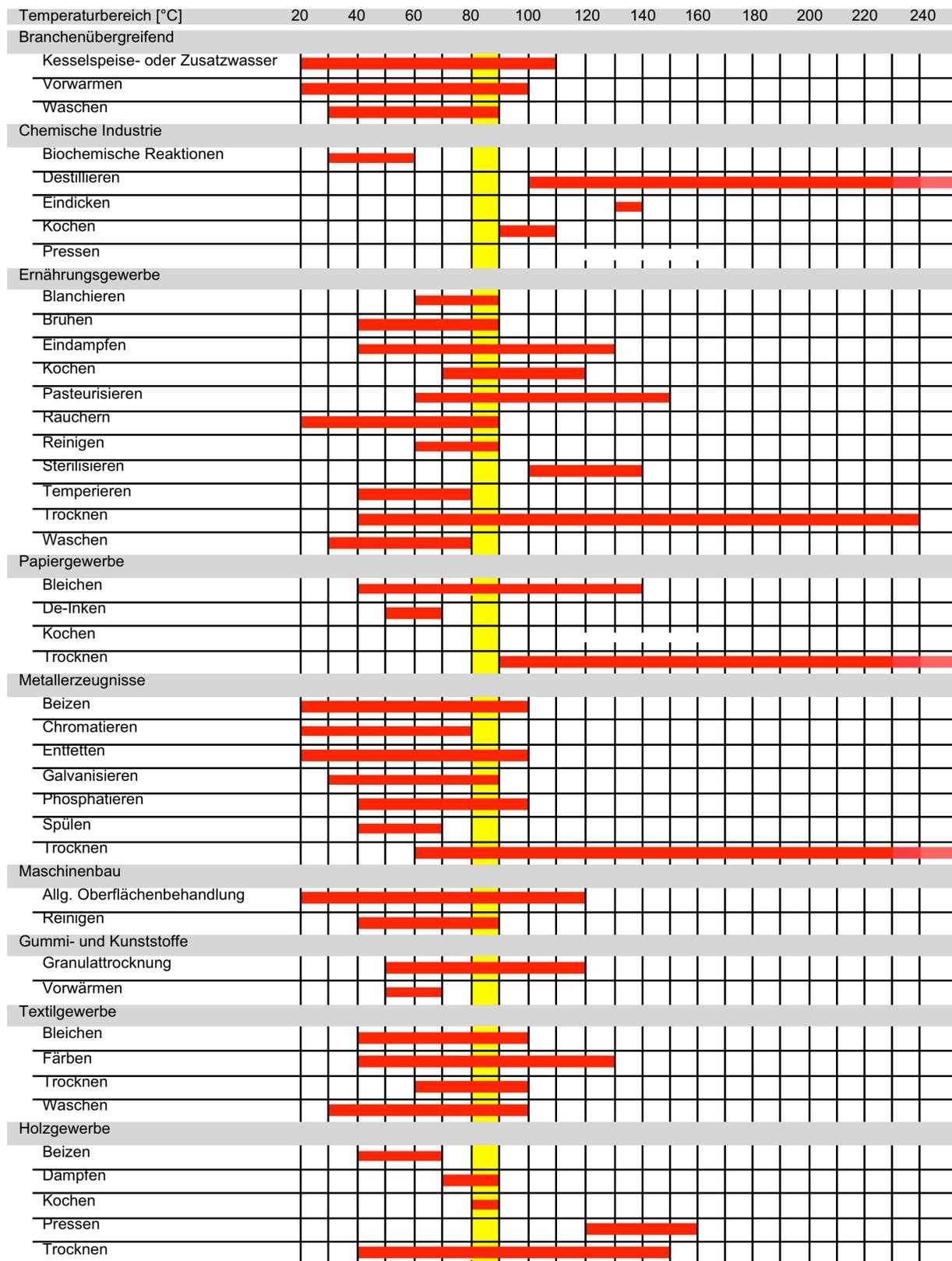


Tabelle 4: Geeignete Prozesse zur Einbindung solarer Prozesswärme<sup>165</sup>

<sup>165</sup> LAUTERBACH, C.; SCHMITT, B.; VAJEN K. (2011) S. 87

Es ist aus der Grafik ersichtlich, dass neben dem lebensmitteltechnischen Sektor auch andere Bereiche in der produzierenden Industrie durchaus einen wichtigen Anteil der Marktkapazität ausmachen können.

Der Trend in der Studie zur solaren Prozesswärme geht jedenfalls eindeutig in Richtung Ernährungsgewerbe. Um diese Bereiche weiter zu vertiefen, kann aus eben dieser Studie eine weitere Tabelle entnommen werden, in welcher viele Relevante Prozesse in der Ernährungsindustrie untersucht werden. In dieser Grafik sind die Temperaturbereiche aufgelistet, die für die Durchführung der jeweiligen Tätigkeiten von Nöten sind.<sup>166</sup>

Es kommt aus folgender Grafik hervor, dass besonders die Milchverarbeitung, die Schlachtung und Verarbeitung von Tierischen Produkten, die Obst- und Gemüseverarbeitung und die Herstellung von Bier gewerbliche Tätigkeiten sind, die Energie mit einer Temperatur benötigen, die für uns von Interesse ist. Diese Bereiche würden also für den Einsatz eines Holzgaserzeugers in Frage kommen.

Die sich daraus stellende Aufgabe ist nun herauszufinden, ab welcher Größe ein solcher Betrieb sich für einen Holzgaserzeuger der behandelten Größe qualifiziert. Diese Größe bedeutet somit einen über das Jahr genügenden Bedarf an thermischer Energie im definierten Temperaturbereich.

---

<sup>166</sup> vgl. LAUTERBACH, C.; SCHMITT, B.; VAJEN K. (2011)

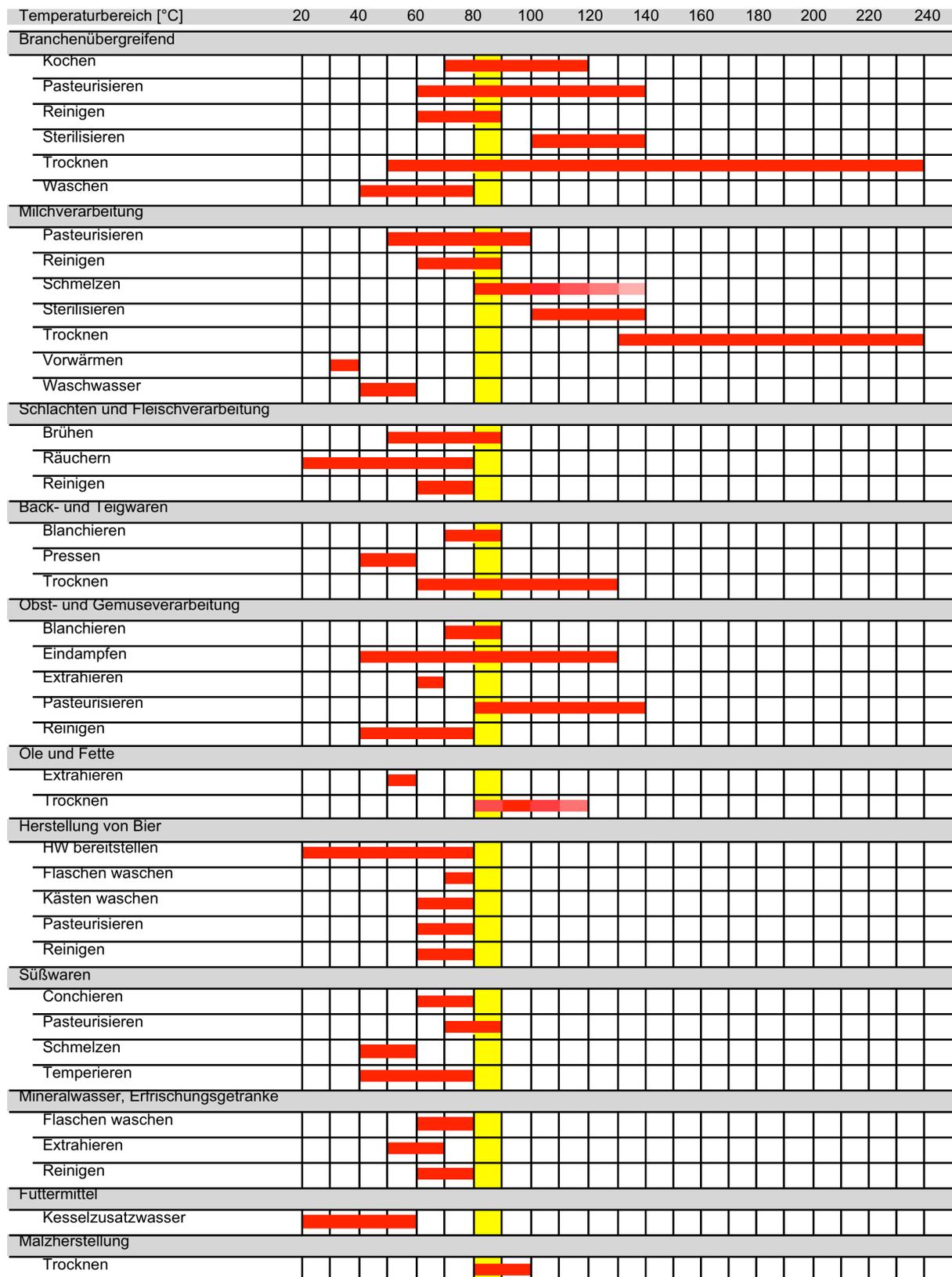


Tabelle 5: Bedeutende Behandlungsverfahren im Ernährungsgewerbe<sup>167</sup>

<sup>167</sup>LAUTERBACH, C.; SCHMITT, B.; VAJEN K. (2011) S. 26

In einer Studie des Fraunhofer Instituts aus der Serie Fraunhofer Umsicht zum Thema Nahwärmenetze wurden verschiedene Verbraucher von thermischer Energie untersucht. In dieser Studie wird auch eine Bedarfsgröße angegeben, durch welche ein thermischer Verbrauch im Verhältnis zur Größe des Betriebs ermittelt wurde.<sup>168</sup> Die erhobenen Bedürfnisse an Wärme, die den Kern der Studie bilden, können aus Tabelle 6 entnommen werden. Es sind auch einige Sektoren der Lebensmittelindustrie darunter, die für die Analyse bereits vorher als relevant erkannt wurden.

<b>Bedarfsfall</b>	<b>Bedarfs- menge [l/BE]</b>	<b>Brauch- wasser- temperatur</b>	<b>Wärme- menge [kWh/BE]</b>	<b>Bezugseinheit (BE)</b>
Bäckereien	100-150	45 °C	4 - 6	Tag und Beschäftigten
Brauereien	250-300	60 °C	14,5 - 17,5	100l gebrauten Bieres
Büros und Ver- waltungsbauten	10-40	45 °C	0,5 – 1,5	Tag und Person
Fleischereien ohne Produktion	150-200	45 °C	6 - 8	Tag und Beschäftigten
Fleischereien mit Produktion	400-500	55 °C	21 – 26	Tag und Beschäftigten
Friseursalons	150-200	45 °C	6 - 8	Tag und Beschäftigten
Kantinenküchen	1,5-2,5	55 °C	0,1 – 0,15	Essensportion
Kasernen	30-50	45 °C	1 – 2	Tag und Person
Kaufhäuser	10-40	45 °C	0,5 – 1,5	Tag und Beschäftigten
Krankenhäuser	100-300	60 °C	6 – 18	Tag und Bett
Molkereien	1-1,5	75 °C	0,1 – 0,15	Liter Milch
Schlachthäuser	4.500- 5.000	60 °C	260 – 290	Stunde
Schulen ohne Duschanlagen	5-15	45 °C	0,2 – 0,6	Tag und Schüler
Schulen mit Duschanlagen	30-50	45 °C	1 – 2	Tag und Schüler
Sportanlagen mit Duschen	50-70	40 °C	2 – 2,5	Tag und Sportler
Wäschereien	250-300	75 °C	19 - 23	100kg Trockenwäsche

Tabelle 6: Warmwasserbedarf und Temperaturen für Gebäude und gewerbliche Zwecke<sup>169</sup>

Wird diese Auflistung mit der Aussage der Arbeit über solare Prozesswärme der Uni Kassel<sup>170</sup> verglichen, ist es ersichtlich, dass Betriebe wie Schulen, Sportanlagen, Kantinenküchen und Friseursalons eine viel zu geringe und nicht unbedingt konstante

<sup>168</sup> vgl. DÖTSCH, C.; TASCHENBERGER, J.; SCHÖNBERG, I. (1998)

<sup>169</sup> DÖTSCH, C.; TASCHENBERGER, J.; SCHÖNBERG, I. (1998) S. 9

<sup>170</sup> vgl. LAUTERBACH, C.; SCHMITT, B.; VAJEN K. (2011) S. 20

thermische Leistung über den Tag und das Jahr benötigen, um einen Anschluss von 430 kW<sub>th</sub> über mindestens 6.000 Stunden pro Jahr überhaupt in Betracht ziehen zu können.

Andere Bereiche, die nicht zur Industrie gehören und also in der Arbeit zu den industriellen Betrieben nicht erscheinen erweisen sich hingegen als recht interessant. Krankenhäuser und Wäschereien sind zwei Arten von Unternehmen im Dienstleistungsbereich die durchaus einen genügenden Bedarf an thermischer Energie aufweisen können um in die Analyse des Markts mit einbezogen zu werden.

### 3.1.2 Qualitative Beschreibung der potentiellen Kunden

Die Nachhaltigkeit des Einsatzes der angebotenen Technologie steht für die Cleanstgas GmbH und die KWB GmbH an erster Stelle. Daher erscheint es selbstverständlich, einen Strom- und Wärmelieferanten, wie der Holzgaserzeuger es einer ist, nur in Betrieben einzusetzen, bei denen es auch sinnvoll ist. Da das Stromnetz immer einen Abnehmer von elektrischer Energie darstellt, bleibt nur mehr der Anteil an thermischer Energie übrig, der sinnvoll genutzt werden muss. Das heißt konkret, dass für die thermische Energie, die durch den Betrieb der Anlage erzeugt wird, auch ein Bedarf an Energie (sprich ein Abnehmer) vorhanden sein soll. Der Betrieb soll für die thermische Energie also einen Sinnhaften gebrauch haben.

Der Holzgaserzeuger der in dieser Arbeit hauptsächlich behandelt wird, weist eine thermische Leistung von 430 kW<sub>th</sub> auf. Dazu soll die Maschine um einen wirtschaftliche interessanten Betrieb zu gewährleisten, eine jährliche Betriebsdauer von mindestens 6000 Stunden aufweisen. Das Temperaturniveau der anfallenden thermischen Energie ist zwischen 80 und 90 °C. Aus diesen Vorgaben ergibt sich eine bestimmte Menge an thermischer Energie, die von der Anlage produziert wird. Da der Betrieb ökologisch nachhaltig geführt werden soll, muss die entstehende Wärme auch abgenommen werden, um den Brennstoffausnutzungsgrad so hoch wie möglich zu halten. Folglich soll so wenig Hitze wie möglich in die Umwelt geleitet werden. Also gilt ein potentieller Kunde in dieser Hinsicht also nur als solcher, wenn dieser einen genügend hohen Bedarf an Wärme aufweisen kann, um diese Energie auch zu verwerten. Daraus ergibt sich nur eine beschränkte Anzahl an Prozessen, die für die Anwendung und den Betrieb des Holzgaserzeugers in Frage kommen.

Mit einer thermischen Leistung von 430 kW<sub>th</sub> und einer jährlichen Betriebsdauer von mindestens 6.000 h/a ergibt das eine Wärmemenge von 2.580 MWh/a die konstant über das Jahr verteilt anfällt. In einem Betrieb, sowie in ein Nah- und Fernwärmenetz, fällt der Wärmebedarf aber so gut wie nie konstant an, sondern eher in einem gewissen Trend über das ganze Jahr, der nicht immer genau vorhergesagt werden kann. Jedenfalls wird im energetischen Betrieb jeder Unternehmung zwischen Grundlast, Mittellast und Spitzenlast unterschieden. Um die Problematik der Unvorhersehbarkeit des Bedarfs zu umgehen, kann zur Not auch mit einem Pufferspeicher gearbeitet werden.

Um eine Information über die Grundlast zu erhalten und folglich auch eine Aussage über die Lastzustände eines Betriebs treffen zu können, sollten Daten zu den thermischen Verbrauch des Betriebs über das Jahr vorhanden sein. Diese Daten werden üblicherweise mit Hilfe einer Jahresdauerlinie zu einer aussagekräftigen Information erarbeitet. Diese Grafiken setzen sich so zusammen, dass auf der Abszisse die Tage über das Jahr angeführt sind,

während die Werte auf der Ordinate die täglich gebrauchte thermische Leistung darstellen. Die Werte sind nicht chronologisch, sondern nach der Leistung abnehmend gereiht, so dass die Grafik am Ende eine Aussage über Grund-, Mittel- und Spitzenlast in der Unternehmung gibt.

Solche Grafiken sind klarerweise nicht leicht zu finden, da diese für das betriebsinterne Informationen sind. Betriebe haben daher eigentlich kein Interesse, solche Informationen für die Allgemeinheit zu Verfügung zu stellen. Allerdings gibt es Studien, in welchen einige charakteristische Jahresdauerlinien für industrielle Betriebe erarbeitet wurden. Eine solche Jahresdauerlinie schaut für einen allgemeinen industriellen Betrieb laut Fraunhofer<sup>171</sup> folgendermaßen aus. Diese Grafik muss aber kritisch betrachtet werden, da durch diese Kurve nicht alle Prozesse in einer industriellen Unternehmung so einfach beschrieben werden können.

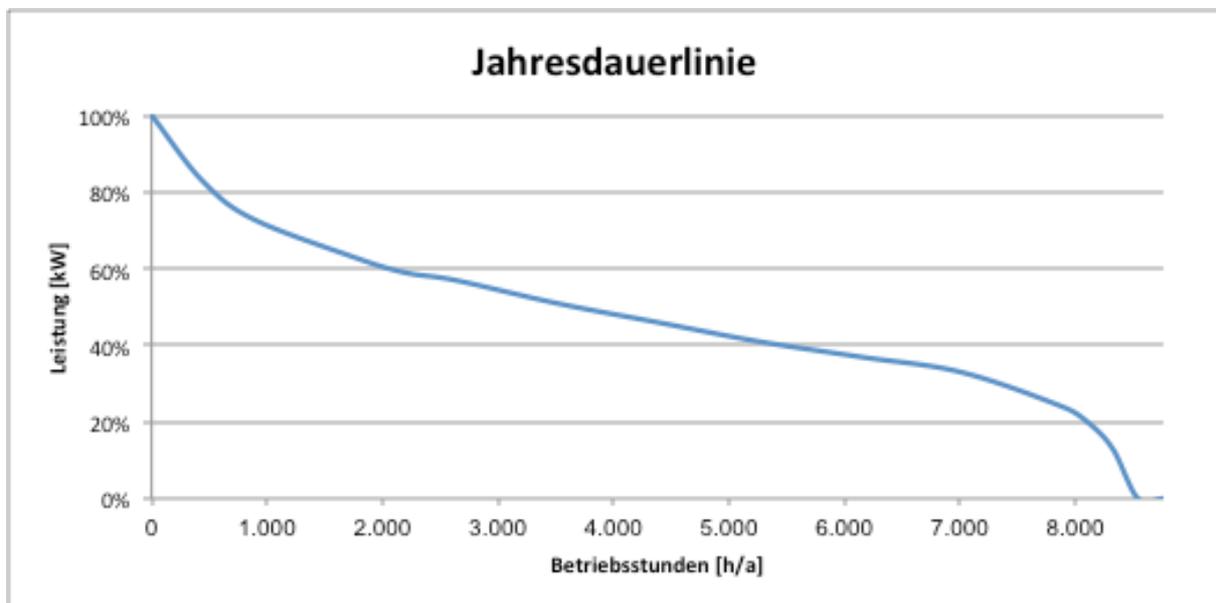


Abbildung 35: Charakteristische Jahresdauerlinie für einen industriellen Betrieb<sup>172</sup>

Diese Jahresdauerlinie wurde mit einer zweiten Jahresdauerlinie verglichen, die aber spezifisch aus dem Betrieb einer Milchverarbeitenden Industrie stammt.<sup>173</sup> Diese stimmen überein. Daraus kann eine bestimmte Glaubwürdigkeit dieser Kurve für Betriebe aus der milchverarbeitenden Industrie angenommen werden, für alle anderen Sektoren muss mit einer gewissen Unsicherheit an das Thema herangegangen werden.

Ein weiteres Problem stellt sich bei der Ermittlung der Mindestgröße der Unternehmung. Da es klarerweise keine Statistiken zur installierten thermischen Leistung von Betrieben gibt, muss oft ein unterschiedlicher Ansatz gefunden werden, um die bisher gewonnenen Erkenntnisse auch in einer praktische Marktanalyse anwenden zu können. Die Größe, die hierfür von Bedeutung gewinnt, ist der Energieverbrauch über das Jahr. Dieser ist recht einfach zu bestimmen, ist auch in der Literatur besser beschrieben und ist statistisch auch oft erfasst. Zudem gibt es sehr viele Arbeiten zum energetischen Verbrauch.

Der Energieverbrauch ist aus der Jahresdauerlinie herzuleiten, da einerseits eine thermische Leistung, andererseits eine Zeiteinheit aufgetragen ist. Werden die beiden Größen

<sup>171</sup> vgl. DÖTSCH, C.; TASCHENBERGER, J.; SCHÖNBERG, I. (1998)

<sup>172</sup> FRAUNHOFER UMSICHT (1998), S. 11

<sup>173</sup> vgl. REISENHOFER (2011), S. 7

kombiniert, ergibt sich ein bestimmter Energieverbrauch. Die Fläche unter der Kurve entspricht diesem Wert. Dies lässt in Folge sofort an den Einsatz einer Integralrechnung denken. Dafür würde allerdings eine Formel benötigt, die den Verlauf der Jahresdauerlinie beschreibt.

Das Ermitteln einer solchen Formel würde sich als sehr aufwendig erweisen, daher erscheint es viel einfacher, sich hier mit einer Annäherung zu behelfen.

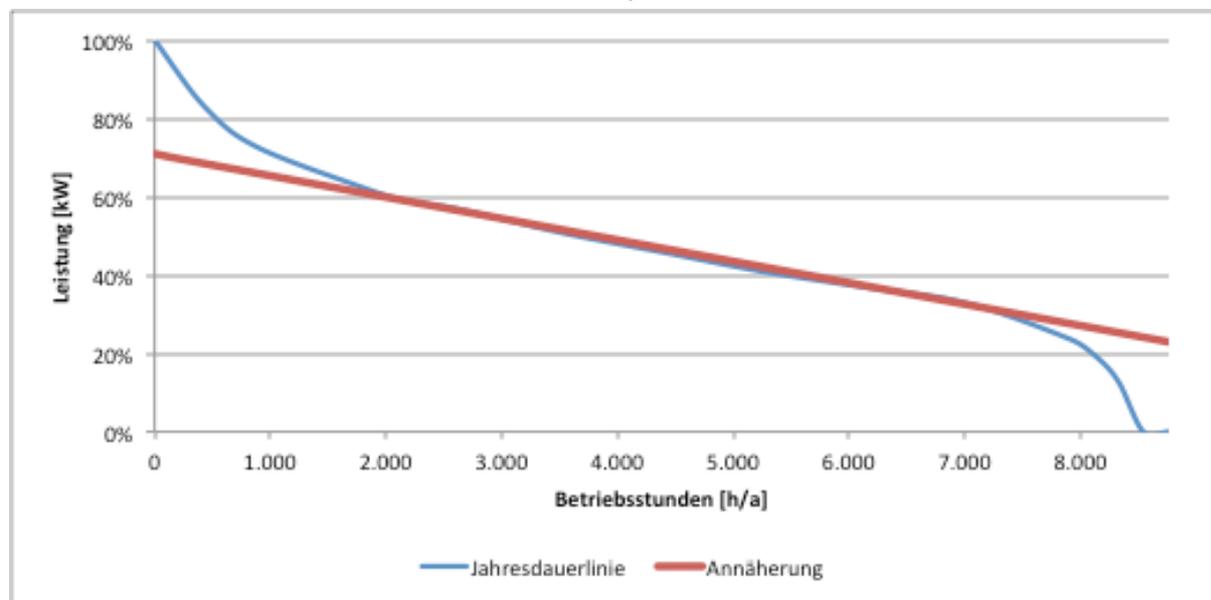


Abbildung 36: Charakteristische Jahresdauerlinie mit Annäherungsgeraden

Diese Annäherung durch eine Gerade basiert auf die Annahme, dass die Fläche unter der Jahresdauerlinie die in Abbildung 36 links durch die Annäherungsgerade weggeschnitten wird, gleich groß ist, wie die Fläche rechts im Bild, die zwar unter der Annäherungsgeraden liegt, aber nicht ober der Jahresdauerlinie ist.

Nächster Schritt ist die Ermittlung des gesamten Energieverbrauchs eines solchen Unternehmens in einem Jahr, um für den Einsatz des Holzgaserezeugers in Frage zu kommen. Die auferlegte Bedingung, über das gesamte Jahr einen Betrieb von 6.000 Stunden zu erreichen, ist gleichzeitig auch das Kriterium, das die Berechnung des Energieverbrauchs steuert. Die Randbedingung bedeutet für den Verbrauch an thermischer Energie, dass im Diagramm die Markierung der 6.000 Stunden in der Abszisse mindestens einem Wert von  $430 \text{ kW}_{\text{th}}$  auf der Ordinate entsprechen muss.

Es ergibt sich nach einer kurzen Berechnung basiert auf dieses Diagramm und dessen angenäherte Gerade ein gesamter thermischer Energieverbrauch eines industriellen Betriebs von  $4.700 \text{ MWh}_{\text{th}}/\text{a}$ . Ab einem Verbrauch dieser Größe kann (insbesondere für ein milchverarbeitendes Unternehmen) davon ausgegangen werden, dass ein Betrieb einen Holzgaserezeuger der Cleanstgas sinnvoll in Betrieb nehmen kann.

Da von einem Heizungshersteller<sup>174</sup> einige andere charakteristische Jahresdauerlinien findig gemacht werden konnten, kann im nächsten Schritt für einige spezifische Sektoren eine eigene Jahresdauerlinie analysiert und ausgewertet werden. Hier handelt es sich um den Bereich der Krankenhäuser, der sich bereits als recht vielversprechend erwiesen hat, und

<sup>174</sup> vgl. VIESSMANN (2013)

um den Bereich der Fernwärmenetze, von denen schon zu Beginn des Kapitels die Rede war.

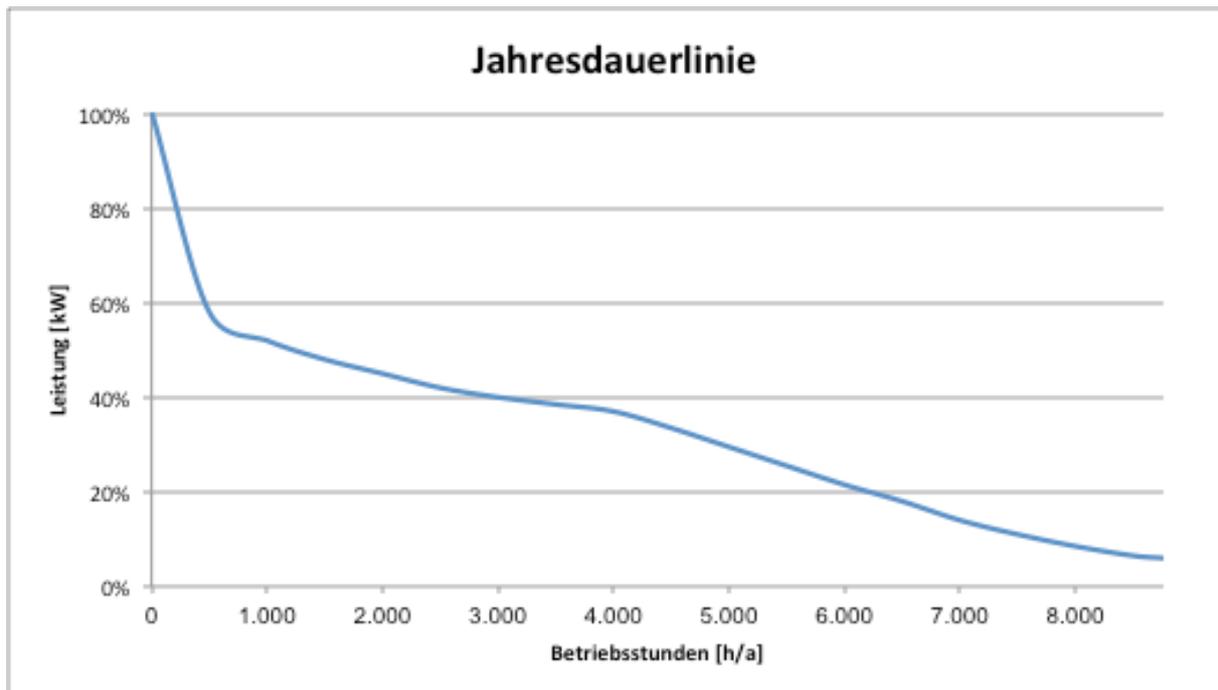


Abbildung 37: Charakteristische Jahresdauerlinie für ein Krankenhaus<sup>175</sup>

Es ist leicht ersichtlich, dass in diesem Fall der gesamte Energieverbrauch über das Jahr größer sein muss, da die Jahresdauerlinie in diesem Diagramm im Vergleich zu Abbildung 35 (Seite 70) an der 6.000 Stunden Marke deutlich weiter unten liegt.

Der Verbrauch von thermischer Energie kann bei Krankenhäusern also ungefähr bei 5.960 MWh<sub>th</sub>/a eingestuft werden, nachdem das gleiche Vorgehen wie im Zuge der vorhergehenden Jahresdauerlinie durchgeführt wurde.

Auch für Nahwärmenetze konnte eine typische Jahresdauerlinie gefunden werden. Diese schaut aber leider im Mittelbereich nicht so linear aus wie die bisher verwendeten Jahresdauerlinien. Das folgende Bild beschreibt eine typische Jahresdauerlinie, die sich aus dem Betrieb eines Nahwärmenetzes ergibt.

<sup>175</sup> VISSMANN (2013)

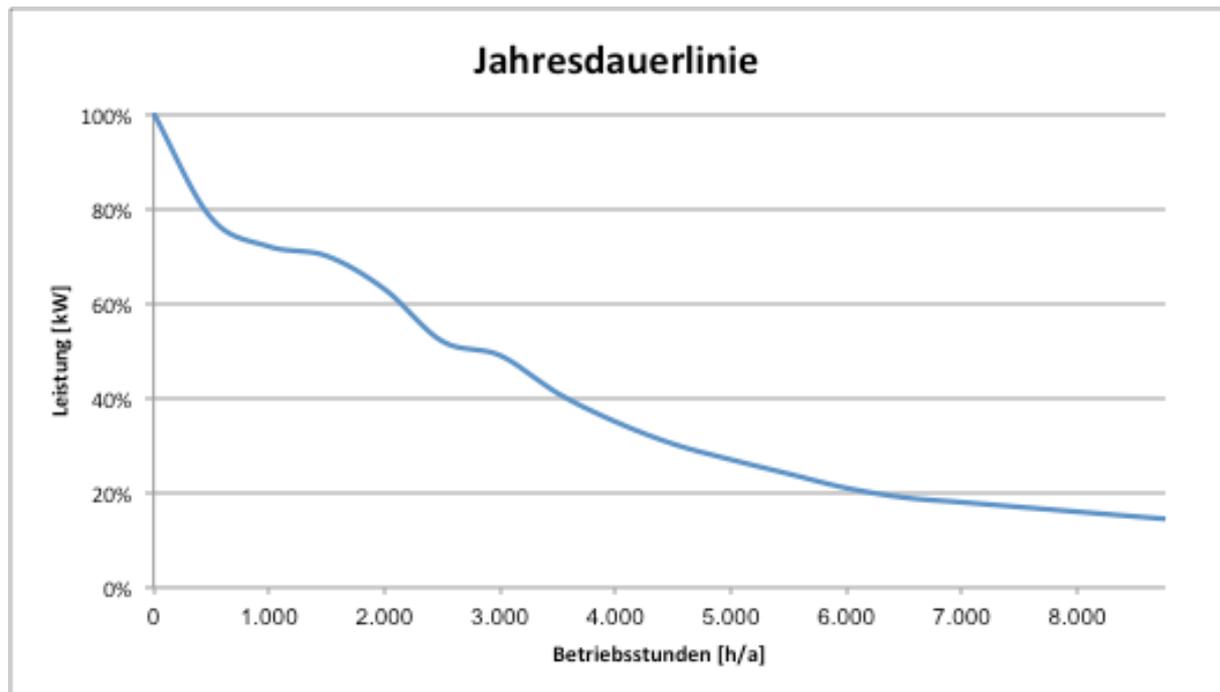


Abbildung 38: Charakteristische Jahresdauerlinie für ein Nahwärmenetz<sup>176</sup>

Diese nicht-lineare Eigenschaft im Mittelbereich macht das Annähern der Fläche unter der Geraden schwieriger, noch dazu weil im Bereich der 6.000 Stunden, die Abweichung von der approximierten Gerade besonders groß ist.

Der Wert für den Energieverbrauch über das Jahr, der auch für diese Branche wie bereits beschrieben errechnet wurde, liegt bei ca. 6.906 MWh<sub>th</sub>/a.

Die Cleanstgas hat in einer Produktpräsentation einen Wert festgelegt, der für einen sinnhaften Einsatz des Holzgaserzeugers im Rahmen des Betriebs von Wärmenetze repräsentativ sein soll. Und zwar ist der Einsatz eines solchen Gerätes gerechtfertigt, wenn die 430 kW<sub>th</sub> höchstens 20% der gesamten installierten Leistung der Brenner des Werks ausmacht. In der praktischen Anwendung kann gesagt werden, dass die Methode des errechneten Energieverbrauchs für die Wärmenetze zum selben Ergebnis führt, wie durch die Anwendung der Methode der installierten Gesamtleistung.<sup>177</sup>

<sup>176</sup> VIESSMANN (2013)

<sup>177</sup> vgl. CLEANSTGAS (2013), S. 26

### 3.1.3 Quantitative Marktanalyse

Nun kann die Frage gestellt werden, wie für die ausgewählten Branchen (die allerdings im Vorfeld zu dieser Arbeit noch nicht hinsichtlich des Verbrauchs an thermischer Energie analysiert wurden) eine quantitative Aussage getroffen werden kann.

Hierfür wird eine Vergleichsgröße gesucht, die zwei hauptsächliche Kriterien erfüllt. Als erstes Kriterium gilt die Eigenschaft, dass dieser Kennwert im Zusammenhang mit den Verbrauch an thermischer Energie eines Betriebs steht. Zweitens, dass für diesen Kennwert zudem auch statistische Daten zur italienischen Industrielandschaft vorliegen. Diese Größe kann bei Krankenhäusern zum Beispiel die Bettenzahl sein, oder auch die Menge an verarbeiteten Rohstoff, wie es für die milchverarbeitende Industrie der Fall ist. Eine weitere Möglichkeit ist die Anzahl an Mitarbeiter, die eine statistisch sehr gut erfasste Größe ist.

Mit Hilfe der Informationen aus Tabelle 6 (Seite 68) kann für einige Sparten bereits eine Vergleichsgröße errechnet werden, die auch mit statistischen Informationen der italienischen Unternehmenswelt gekreuzt werden kann. Durch das anwenden dieser Kriterien auf die statistischen Informationen, kann auf eine Anzahl von Betrieben geschlossen werden, die für die Cleanstgas und somit auch für die KWB zu den potentiellen Kunden für den Holzgaserzeuger zählen.

Für diese überschlägige Berechnung wird für jede Sparte eine Kenngröße hergenommen, die zwischen den möglichen Varianten als die plausibelste erscheint.

#### 3.1.3.1 Nah- und Fernwärmenetze

Diese ist im Fall von Nah- und Fernwärmenetze eine Kombination zwischen der Installierten Leistung und der jährlich produzierten Wärme. Grund für diese Mischung aus zwei Größen ist die Verfügbarkeit der Daten. Zudem konnte somit, wie bereits erwähnt, kontrolliert werden, ob die Methode mit dem Energieverbrauch über das Jahr zufriedenstellend ist. Dies konnte somit bestätigt werden.

Es wird im Rahmen dieser Arbeit die Branche in Nah- und Fernwärmenetze unterteilt, die bereits mit Biomasse befeuert werden, aber nicht unbedingt auch Kraft-Wärme-Kopplung nutzen, solche die Kraft-Wärme-Kopplung nutzen, aber konventionelle, fossile Brennstoffe verwenden und solche die mit konventionellen Brennstoffen betrieben werden und gar keine Art der Kraft-Wärme-Kopplung nutzen.

Bei der ersten Kategorie besteht neben dem genügenden Wärmebedarf auch schon die nötige Brennstofflogistik die für den Betrieb des Holzgaserzeugers benötigt wird. Bei der zweiten Kategorie, wird der von der Cleanstgas-Anlage benötigte Brennstoff noch nicht genutzt, dafür sind aber die für eine Einspeisung ins Netz benötigten Stromanschlüsse bereits vorhanden. Im Falle der dritten Kategorie besteht noch gar keine der benötigten Infrastrukturen, aber das Fernwärmenetz ist zumindest schon vorhanden.

Für die Kapazitätsermittlung wurden zwei Quellen hergenommen und auch miteinander verglichen. Die erste Quelle ist eine Auflistung des AIRU<sup>178</sup>, die andere Datenquelle<sup>179</sup> betrifft nur Biomasseheizwerke in Südtirol und stammt von der Landesagentur für Umwelt der Autonomen Provinz Bozen. Diese zweite Quelle wurde auch verwendet, um die Plausibilität

<sup>178</sup> AIRU – ASSOCIAZIONE ITALIANA RISCALDAMENTO URBANO (2012)

<sup>179</sup> LANDESAGENTUR FÜR UMWELT DER AUTONOMEN PROVINZ BOZEN –SÜDTIROL (2011)

der ersten Quelle zu überprüfen. Leider hat sich durch diese Überprüfung ergeben, dass die Daten der ersten Quelle zwar richtig sind, aber nicht ganz vollständig.

Da allerdings keine anderen Daten findig gemacht werden konnten, musste das Beste aus den vorhandenen Daten gemacht werden.

Nach einer Abfrage, die sich aus den laut Cleanstgas erforderlichen 20% der gesamten installierten Brennleistung und dem errechneten mindesten Energieverbrauch von 6.906 MWh<sub>th</sub>/a kombiniert, kann auf mindestens 30 Fern- und Nahwärmewerke zurückgeschlossen werden, die bereits mit Biomasse befeuert werden (mit und ohne Nutzung von KWK). Zudem kommen 53 Netze, die Kraft-Wärme-Kopplung nutzen, dabei aber nur konventionelle Energiequellen nutzen und 11 Netze, die keine KWK nutzen und mit konventionellen Energiequellen betrieben werden (Müllverbrennungsanlagen werden in diese Kategorie gezählt).

### 3.1.3.2 Krankenhäuser

Für Krankenhäuser ist die charakteristische Größe die gewählt wurde, um einen Energieverbrauch für jede Struktur zu ermitteln die Bettenzahl. Für diesen Bereich konnten zwei Studien findig gemacht werden, die den energetischen Verbrauch von Krankenhäusern beschreiben. Zum einen die bereits zitierte Arbeit des Fraunhofer Instituts<sup>180</sup>, die unter Anderem auch die energetische Situation dieser Sparte behandelt. Zum Anderen konnte auch eine andere Studie der Universität Stuttgart<sup>181</sup> gefunden werden, mit welcher die Ergebnisse verglichen werden können. Diese zweite Studie beschreibt allerdings einen sehr viel höheren Energieverbrauch wie in der ersten Studie. Daher wurde ein besonderes Augenmerk auf die Datenkonsistenz der beiden Arbeiten gelegt. Da diese, nach einer genaueren Betrachtung, im Fall der Zweiten Studie nicht unbedingt nachvollziehbar beschrieben ist, wird die erste Studie vom Fraunhofer Institut als Grundlage für diese Berechnung hergenommen.

Aus dieser genannten ersten Studie kann also ein Energieverbrauch pro Bett von 6-18 kWh<sub>th</sub> für Warmwasser und eine nötige Leistung von 7-23 kW<sub>th</sub> pro Bett für Raumwärmeentnommen werden. Für den Warmwasserverbrauch wurde der Mittelwert hergenommen und für die Raumwärme hingegen der niedrigere Wert. Um die beiden Werte auf eine gemeinsame Einheit zu bringen, wurde die thermische Leistung mit einem Parameter für die Vollaststunden der Heizung von 1500 h/a<sup>182</sup> multipliziert. Es wird somit ein Wärmeverbrauch von 14.880 kWh/a\*Bett errechnet.

Nach einer Berechnung mit der bereits erläuterten Methode des jährlichen notwendigen Energieverbrauchs (siehe Seite 71), wird eine mindeste Bettenzahl von 400 Stück ermittelt.

Um eine Anzahl der Krankenhäuser zu erhalten, die in Italien stehen, wird eine Auflistung des Italienischen Gesundheitsministeriums<sup>183</sup> benutzt. Nach einer kurzen Aufbereitung der Daten, konnten 157 Institutionen findig gemacht werden, die mindestens 400 Betten aufweisen.

<sup>180</sup> vgl. DÖTSCH, C.; TASCHENBERGER, J.; SCHÖNBERG, I. (1998) S. 6ff.

<sup>181</sup> vgl. BLESLE, M.; KEMPE, S.; OHL, M. et. al. (2008), S. 23ff.

<sup>182</sup> vgl. FRAUNHOFER UMSICHT (1998), S.6 nach VDI 2067

<sup>183</sup> vgl. MINISTERO DELLA SALUTE (2012), abgerufen am 06.08.2013

### 3.1.3.3 Senioren- und Pflegeheime

Wenn der Energieverbrauch von Krankenhäusern auch auf Altenheime angewandt wird, schaut die Situation etwas anders aus. Laut Daten des Gesundheitsministeriums gibt es nur eine Anlage in der Größe von 400 Betten in Italien.

### 3.1.3.4 Industrewäschereien

Was hingegen den Sektor der Industrewäschereien betrifft, musste für diesen Sektor ein etwas gewagter Ansatz getroffen werden. Normalerweise würde ein Wert für den Energieverbrauch pro Mitarbeiter erwünscht sein. So ein Wert lässt sich leicht auf die Größe der existierenden Unternehmen umschlagen, da die Mitarbeiterzahl eine statistisch erhobene Größe ist. Leider konnten für diesen Bereich keine Daten zum Energieverbrauch pro Mitarbeiter gefunden werden. Daher musste diese Größe über einen Umweg herausgefunden werden. Aus Tabelle 6 (Seite 68) ist ablesbar, dass der Energieverbrauch von 19-23 kWh pro 100 kg Trockenwäsche herangezogen werden konnte. Die Industrewäscherei Brolli aus Graz wäscht täglich 75 Tonnen Wäsche<sup>184</sup> und hat 430 Mitarbeiter. Die Wäscherei des AKH Linz hingegen wäscht täglich 11,5 Tonnen Wäsche<sup>185</sup> und hat ca. 70 Mitarbeiter<sup>186</sup>. Somit kann mit einer einfachen Interpolation eine Anzahl von 353 Mitarbeiter errechnet werden, damit der Wärmeverbrauch der Unternehmung ausreichend hoch ist.

Wenn die Statistik des EBLI (Vereinigung der Industrewäschereien) herangenommen wird, kann entnommen werden, dass es in Italien nur 18 Industrewäschereien gibt, die mehr als 99 Mitarbeiter<sup>187</sup> haben. Da in der Statistik keine genaueren Angaben zur Betriebsgröße gemacht werden, wird angenommen, dass ca. 28% genügend groß ist, also 5 Betriebe.

### 3.1.3.5 Holzindustrie

Für diesen Sektor ist auch wieder ein neues Berechnungsmuster anzuwenden. Aus einer Studie der Österreichischen Energieagentur zur Energieeffizienz in der Holzindustrie kann für die Branche ein allgemeiner energetischer Verbrauch von 0,2 GWh/MA\*a (also pro Mitarbeiter und Jahr)<sup>188</sup> herangezogen werden. Wenn diese Information auch mit dem Wärmeanteil des Gesamtenergieverbrauchs von 66,6%<sup>189</sup> gekreuzt wird und dann die Information auch noch mit dem industriell gebrauchten Anteil der thermischen Energie von 79,2%<sup>190</sup> verbindet, ergibt sich ein schlussendlicher Verbrauch an thermischer Energie von 105 MWh<sub>th</sub>/MA\*a. Dividiert die von uns bereits errechneten notwendigen 4.700 MWh<sub>th</sub>/a (siehe Seite 71) durch den soeben erwähnten Wert dividiert, ergibt das eine mindeste Beschäftigtenanzahl von 45 Mitarbeitern.

Nun können mit dieser Betriebsgröße die statistischen Daten des Italienischen Amt für Statistik (ISTAT – Istituto nazionale di statistica) zur Holzbranche konsultiert werden. Aus dem Report des Amtes<sup>191</sup> und aus der dazugehörigen und dahinterliegenden Datenbank<sup>192</sup>

<sup>184</sup> vgl. BROLLI (2013)

<sup>185</sup> vgl. AKH LINZ (2013)

<sup>186</sup> vgl. LT1 (2013)

<sup>187</sup> vgl. ENTE BILATERALE LAVANDERIE INDUSTRIALI (2006), S. 15

<sup>188</sup> vgl. ÖSTERREICHISCHE ENERGIEAGENTUR – AUSTRIAN ENERGY AGENCY (2009), S. 37

<sup>189</sup> vgl. ÖSTERREICHISCHE ENERGIEAGENTUR – AUSTRIAN ENERGY AGENCY (2009), S. 48

<sup>190</sup> vgl. ÖSTERREICHISCHE ENERGIEAGENTUR – AUSTRIAN ENERGY AGENCY (2009), S. 44

<sup>191</sup> vgl. ISTAT – ISTITUTO NAZIONALE DI STATISTICA (2013a), S. 58f.

kann entnommen werden, dass es in Italien mindestens 49 Betriebe dieser Größenordnung gibt.

### 3.1.3.6 Papier- und Zellstoffindustrie

Auch für diesen Bereich der industriellen Erzeugung muss die nötige Betriebsgröße auf eigenen Art und Weise errechnet werden. Zunächst kann aus einem Dokument des Bayerischen Landesamt für Umweltschutz erfahren werden, wie viel es im Schnitt an thermischer und elektrischer Energie bedarf, um verschiedene Produkte der Papier- und Zellstoffindustrie zu produzieren<sup>193</sup>. Dann werden diese Informationen mit den Prozentanteilen der Produktion von verschiedenen Papiersorten in Deutschland multipliziert und kann somit zum nächsten Schritt der Berechnung voranschreiten. Jetzt werden die Daten der italienischen Produktion aus einer Publikation von der italienischen Vereinigung der Papierproduzenten (ASSOCARTA) mit einbezogen<sup>194</sup>. Mit den Daten zu Energieeinsatz und Produktion der deutschen Industrie und Produktionsdaten der italienischen Industrie, wurde ein durchschnittlicher Energieeinsatz in kWh/t ermittelt. Dieser umfasst aber alle benötigten Temperaturbereiche. Um hier den gesamten Wärmeeinsatz von Hoch- und Mitteltemperatur zu bereinigen und somit nur die benötigte Niedertemperatur zu erhalten, wird folgende Grafik in die Berechnung mitberücksichtigt.

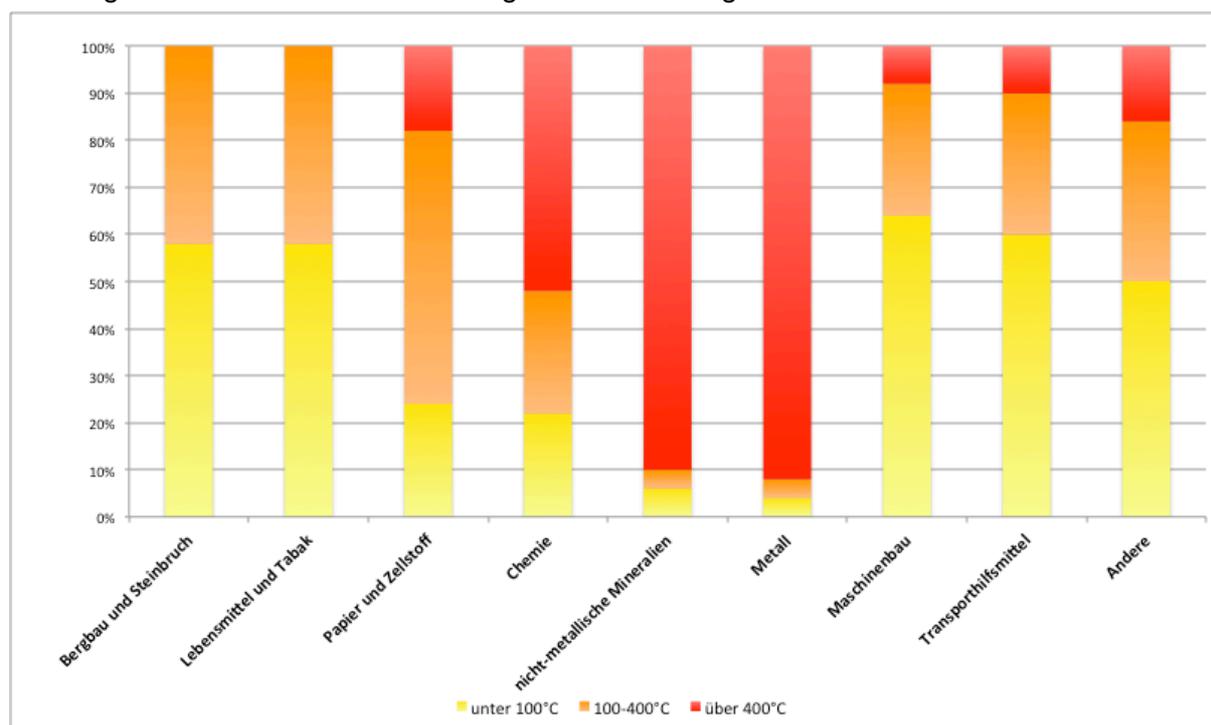


Abbildung 39: Prozentanteil an Industrieprozesswärme nach Temperaturbereich und industriellen Sektor<sup>195</sup>

Auf Basis dieser Abbildung, die aus einer Studie zur solaren Prozesswärme stammt, kann gesagt werden, dass von der gesamten Wärme, die in einem Betrieb aus der Papier- und Zellstoffindustrie genutzt wird, nur ca. 24% auch im Niedertemperaturbereich (also unter

<sup>192</sup> vgl. ISTAT – ISTITUTO NAZIONALE DI STATISTICA (2013b), Sektor 16

<sup>193</sup> vgl. BAYER. LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ (2002), S. 54

<sup>194</sup> vgl. ASSOCARTA (2012), S. 7

<sup>195</sup> VANNONI, C.; BATTISTI, R.; DRIGO, S. (2008), S.5

100°C) benötigt wird. Durch einbeziehen dieses Prozentanteils in die Rechnung, wird die Tatsache berücksichtigt, dass der benötigte Wärmeverbrauch von 4.700 MWh<sub>th</sub>/a (siehe Seite 71) nur im Niedertemperaturbereich (also unter 100°C) anfallen muss. Somit ergibt sich für diese Branche ein zumindest nötiger gesamter Wärmebedarf von 19.625 MWh<sub>th</sub>/a. Wird die Altpapierzumischung von Durchschnittlich 49%<sup>196</sup> nicht berücksichtigt, kann durch den durchschnittlichen Wärmeverbrauch pro Tonne Papier und den errechneten nötigen Wärmeverbrauch, eine Produktionsmenge von 13.100 t/a ermittelt werden.

Es ergeben sich somit laut den Bericht von ASSOCARTA<sup>197</sup>, ungefähr 105 Betriebe, welche die nötige Produktionsmenge aufweisen um für die Studie als potentieller Kunde zu zählen.

### 3.1.3.7 Chemisch-pharmazeutische Industrie

Um die Anzahl der potentiellen Kunden aus der chemisch-pharmazeutischen Industrie zu eruieren, muss auch für diesen Bereich ein eigener Ansatz gefunden und dementsprechend auch eigene Annahmen getroffen werden. Zur chemisch pharmazeutischen Industrie können nur Informationen zum allgemeinen Energieeinsatz gefunden werden und leider keine über einen Wärmeeinsatz pro Mitarbeiter. Um eine Ahnung über den Anteil des thermischen Energieverbrauchs im Verhältnis zum gesamten Primärenergieeinsatz zu erlangen, werden Daten aus einem Positionspapier des Koordinierungskreises Chemische Energieforschung herangezogen. Demnach macht der Wärmeverbrauch 33% des gesamten Primärenergieverbrauchs aus<sup>198</sup>. Diese Information wird auf den gesamten Primärenergieeinsatz in der chemisch-pharmazeutischen Industrie im Jahr 2011 (465 PJ<sup>199</sup>, das entspricht ca. 182 TWh) angewandt. Das ergibt einen Wärmeverbrauch von ca. 59 TWh/a. Wird der Wert durch die Anzahl der Mitarbeiter der chemisch-pharmazeutischen Industrie (ca. 435.500 Beschäftigte<sup>200</sup>) dividiert, wird ein Wärmeverbrauch von ca. 131 MWh/MA\*a errechnet.

Der Wärmeverbrauch fällt klarerweise auch in dieser Industriesparte nicht ausschließlich im Niedertemperaturniveau an (vgl. Abbildung 39, Seite77). Daher wird auch hier, wie bereits schon in Kapitel 3.1.3.6 (Seite 77) beschrieben wird, der errechnete mindeste Wärmeverbrauch von 4.700 MWh<sub>th</sub>/a (siehe Seite 71) um einen Faktor korrigiert. Der Prozentanteil an Niedrigenergie beträgt nach Abbildung 39 für die chemisch-pharmazeutische Industrie 22% errechnet werden. Es kann somit ein zumindest nötiger Wärmeverbrauch von 21.400 MWh<sub>th</sub>/a.

Wird dieser Betrag nun mit den Wärmeverbrauch pro Mitarbeiter in Verbindung gebracht, entspricht das einer Mitarbeiterzahl von 163 Personen. Somit kann wieder die Datenbank der ISTAT konsultiert werden, in welcher Daten zur chemisch-pharmazeutischen Industrie<sup>201</sup> gefunden werden können. Nach anwenden einer kleinen Interpolation, kann eine Anzahl von Betrieben in der gesuchten Größenordnung von ca. 136 Stück gefunden werden.

<sup>196</sup> vgl. ASSOCARTA (2012), S. 11

<sup>197</sup> vgl. ASSOCARTA (2012), S. 7

<sup>198</sup> vgl. KOORDINIERUNGSKREIS CHEMISCHE ENERGIEFORSCHUNG (2009), S. 8

<sup>199</sup> vgl. VERBAND DER CHEMISCHEN INDUSTRIE E.V (2013), S. 69ff.

<sup>200</sup> vgl. VERBAND DER CHEMISCHEN INDUSTRIE E.V (2013), S. 48

<sup>201</sup> vgl. ISTAT – ISTITUTO NAZIONALE DI STATISTICA (2013b), Sektor 20

### 3.1.3.8 Gummi- und Kunststoffindustrie

Dieser Sektor der produzierenden Industrie ist energetisch betrachtet von Unternehmen zu Unternehmen sehr unterschiedlich aber dennoch energetisch recht intensiv.<sup>202</sup> Aus einem Bericht des Energieinstituts der Wirtschaft kann entnommen werden, dass 23% des Endenergieeinsatzes als Wärme und der Rest (demnach 77%) als Strom anfällt<sup>202</sup>. Dieser Prozentanteil kann mit dem Gesamtenergieverbrauch der Sparte pro Mitarbeiter und Jahr multipliziert werden. Es wird durch diese Vorgehensweise ein Wärmeverbrauch pro Mitarbeiter und Jahr von ca.  $10 \text{ MWh}_{\text{th}}/\text{MA} \cdot \text{a}$  errechnet. Jetzt kann der selbe Rechenschritt durchgeführt werden, wie schon bereits in Kapitel 3.1.3.6 beschrieben wird. Leider wird in Abbildung 39 (siehe Seite 77) die Gummi- und Kunststoffindustrie nicht gesondert angeführt, daher soll für diese Sparte der Wert der chemischen Industrie hergenommen werden, um eine Näherung treffen zu können. Dies ergibt wie in Kapitel 3.1.3.7 (Seite 78) einen notwendigen thermischen Verbrauch von  $21.400 \text{ MWh}_{\text{th}}/\text{a}$ . Wenn dieser Wert durch den davor ermittelten Wert von ca.  $10 \text{ MWh}_{\text{th}}/\text{MA} \cdot \text{a}$  dividiert, kann eine Anzahl von 2.140 Mitarbeiter errechnet werden.

Wird mit dieser Information die Datenbank der ISTAT zu diesem Produktionssektor<sup>203</sup> konsultiert, ergeben sich 72 Betriebe, die mehr als 250 Mitarbeiter beschäftigen. Die Statistik ist leider nicht feiner unterteilt. Um daher eine realistischere Anzahl der potentiellen interessierten Betriebe dieses Bereichs anzugeben, wird die ermittelte Anzahl noch durch acht dividiert (eigene Annahme). Somit kann eine Anzahl von 9 Betrieben angenommen werden, welche einen genügenden Bedarf an thermischer Energie aufweisen.

### 3.1.3.9 Textilindustrie

In der Textilindustrie wird der größte thermische Verbrauch während des Färbens benötigt. Scheinbar wurde dieser Prozess aus Kostengründen und aus Gründen der umwelttechnischen Auflagen größtenteils in anderen Staaten und anderen Regionen verlegt. Es konnte durch verschiedene Recherchen in Berichten des Textilsektors und auch im Internet allgemein, keine Fabrik findig gemacht werden, die in heutzutage Italien im großen Stil Textilstoffe färbt.

### 3.1.3.10 Lebensmittelindustrie

Die Lebensmittelindustrie ist sehr unterschiedlich in Verbrauch und Struktur. Daher müssen zu diesem Überbegriff verschiedene Untersparten genauer betrachtet werden, die im Vorfeld als interessant erkannt wurden.

#### 3.1.3.10.1 Milch und Käse

Der Sektor Milch und Käse ist ein sehr wärmeintensiver Bereich der Lebensmittelindustrie. Eine Arbeit des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz<sup>204</sup> beschreibt den Prozess der Milchverarbeitung sehr genau. Allerdings gibt es statistische Angaben zu Betrieben dieses Sektors in Verbindung zum Energieverbrauch pro verarbeiteten Liter Milch nur für milchverarbeitende Betriebe. Um den Sektor Käsereien auch zu berücksichtigen, muss auf

<sup>202</sup> vgl. KAPUSTA, F. (2010), S. 46f.

<sup>203</sup> vgl. ISTAT – ISTITUTO NAZIONALE DI STATISTICA (2013b), Sektor 22

<sup>204</sup> vgl. BAYER. LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ (2000)

eine Studie der Universität Stuttgart zurückgegriffen werden. Aus dieser Studie geht hervor, dass der Wärmeverbrauch für Raumwärme, Warmwasser und Niedertemperatur-Prozesswärme in Molkereien je nach Betriebsgröße zwischen 50 und 66 MWh/MA\*a variiert.<sup>205</sup>

Wenn diese Informationen mit den statistischen Daten<sup>206</sup> über die produzierende Industrie der ISTAT gekreuzt werden, ergeben sich ca. 107 Betriebe, die genügend Mitarbeiter beschäftigen, um laut dieser Berechnung einen genügend hohen Verbrauch an thermischer Energie aufzuweisen, um für diese Studie als potentieller Kunde zu zählen.

### 3.1.3.10.2 Bier

Die Bierindustrie ist in Italien eher von bescheidener Größe. Dennoch gibt es eine Vereinigung der Bierproduzenten als Interessensvertretung dieser Branche (genannt AssoBirra). Diese Vereinigung gibt jährlich einen Bericht zur Produktion in Italien heraus, von welchen hier gebrauch gemacht wird. Laut Studie des Fraunhofer Instituts, werden 14,5 bis 17,5 kWh<sup>207</sup> für jeden gebrauten Hektoliter (hl) gebrauten Bieres gebraucht. Diese Information kann auch aus der Tabelle 6 auf Seite 68 entnommen werden. Mit Berücksichtigung der bereits errechneten 4.700 MWh<sub>th</sub>/a (siehe Seite 71), kann eine mindeste Produktionsmenge von 294.000 hl Bier pro Jahr (hl/a) ermittelt werden.

Durch Vergleichen dieser Produktionsmenge mit den Daten von AssoBirra<sup>208</sup> kann schnell erkannt werden, dass es 5 Industriestandorte gibt, die jährlich eine genügend hohe jährliche Biermenge produzieren.

### 3.1.3.10.3 Tierische Produkte

Was tierische Produkte und deren Verarbeitung betrifft, kann aus dem Bericht des Energieinstituts der Wirtschaft für Betriebe mit einer Produktion von über 250 Tonnen pro Jahr, ein Wärmeverbrauch von 0,36 bis 1,23 kWh/kg Produkt und ein weiterer Kennwert für die Wärme von 15.598 kWh/MA\*a entnommen werden<sup>209</sup>.

Auch für die Lebensmittelindustrie kann nicht angenommen werden, dass der gesamte Wärmebedarf als Niedertemperaturwärme anfällt. Daher kann hier mit Einbezug der Informationen aus Abbildung 39 (Seite 77) die Annahme getroffen werden, dass vom gesamten Wärmeverbrauch nur 58% auf einem Temperaturniveau unter 100°C gebraucht werden. Mit Einberechnen des von uns ermittelten Verbrauchs von 4.700 MWh<sub>th</sub>/a (siehe Seite 71), kann eine Anzahl von 520 Mitarbeitern errechnet werden, ab welcher ein Betrieb aus dieser Branche für diese Studie als potentieller Kunde zählt.

Wird mit diesem Vorwissen die Datenbank der ISTAT (Nationales Statistikamt) konsultiert, kann aus dieser erhoben werden, dass für diesen spezifischen Unterbereich 7 Betriebe in Italien existieren, die mehr als 250 Mitarbeiter beschäftigen<sup>210</sup>. Daher wird nun die Annahme getroffen, dass nur 3 Unternehmen eine Mitarbeiterzahl von mehr als 520 Beschäftigte aufweisen können.

<sup>205</sup> vgl. BLESLE, M.; KEMPE, S.; OHL, M. et. al. (2008), S. 122

<sup>206</sup> vgl. ISTAT – ISTITUTO NAZIONALE DI STATISTICA (2013b), Sektor 10

<sup>207</sup> vgl. DÖTSCH, C.; TASCHENBERGER, J.; SCHÖNBERG, I. (1998) S. 9

<sup>208</sup> vgl. ASSOBIARRA (2013), S. 45

<sup>209</sup> vgl. KAPUSTA, F. (2010), S. 31ff.

<sup>210</sup> vgl. ISTAT – ISTITUTO NAZIONALE DI STATISTICA (2013b), Sektor 10

#### **3.1.3.10.4 Obst- und Gemüseverarbeitung**

Leider konnte für die Obst- und Gemüseverarbeitung kein typischer Energieverbrauch pro Mitarbeiter findig gemacht werden. Die Art und Weise, wie Obst und Gemüse verarbeitet wird, macht eine Aussage über eine Typische Mitarbeiterzahl für den gesamten Sektor wohl sehr schwierig. Für diesen Sektor kann leider nur eine typische Aussage über den spezifischen Endenergieeinsatz für jedes produzierte Kilogramm Produkt gefunden werden (2,5 kWh/kg<sup>211</sup>).

Leider konnten aber keine Daten zur jährlichen Produktion des Sektors in Kilogramm pro Jahr gefunden werden. Somit muss auf eine Aussage über die Anzahl an potentiellen Kunden verzichtet werden. Allerdings kann errechnet werden, dass für einen Betrieb aus dem Sektor der Obst- und Gemüseverarbeitung eine jährliche Produktion von ungefähr 3.400 t/a nötig ist, um für den untersuchten Holzgaserzeuger als potentieller Kunde in Frage zu kommen.

#### **3.1.3.10.5 Zuckerwaren**

In der Süßwarenindustrie ist der Einsatz und von Maschinen für jeden Produktionsprozess sehr unterschiedlich. Somit kann keine allgemeine Aussage über den durchschnittlichen Verbrauch von Energie über das Jahr getroffen werden.<sup>212</sup> Auch für diesen Bereich muss jede Produktionsanlage also einzeln unter die Lupe genommen werden, um eine Aussage treffen zu können.

#### **3.1.3.10.6 Schokolade**

Für die Schokoladeindustrie gilt das Selbe, wie in Kapitel 3.1.3.10.5 erklärt wird. Grundsätzlich hat der Sektor Potential, thermisch einen recht hohen Verbrauch zu haben, allerdings verlangt die Produktion von jeden einzelnen Produkts dieser Sparte eine unterschiedliche Anordnung verschiedener Maschinen. Diese Anordnung kann unter den Produkten so heterogen sein, dass eine Aussage über einen durchschnittlichen thermischen Verbrauch schwer möglich zu treffen ist.

#### **3.1.3.10.7 Nudel- und Teigwaren**

Diese Branche würde eigentlich auch recht interessant scheinen, allerdings konnte keine Studie oder andere Untersuchung gefunden werden, die einen typischen Verbrauch an thermischer Energie in dieser Branche gefunden werden. Somit musste auf ein Berücksichtigen dieser Branche in der Analyse des Markts verzichtet werden.

---

<sup>211</sup> vgl. KAPUSTA, F. (2010), S. 34

<sup>212</sup> vgl. ARBEITSKREIS „MASCHINEN UND ANLAGEN IN DER SÜSSWARENINDUSTRIE“ (2009), S. 4

### 3.1.4 Zusammenfassung der quantitativen Marktanalyse

Es kann also zusammenfassend für dieses Kapitel eine Übersicht gegeben werden, wie viele Betriebe, aus den als niedertemperatur-wärmeintensiv erkannten Bereichen, überschlagsmäßig in Italien in die Marktkapazität und als potentielle Kunden für einen Cleanstgas-Holzgaserezeuger in Frage kommen (siehe Kapitel 3.1.2: Qualitative Beschreibung der potentiellen Kunden, Seite 69).

Es sollen die Ergebnisse dieser Marktanalyse nach zwei verschiedenen Faktoren bewertet werden. Der erste Faktor ist der Energiebedarf. Werden die Informationen aus Tabelle 4:

Geeignete Prozesse zur Einbindung solarer Prozesswärme (Seite 65) und Abbildung 35: Charakteristische Jahresdauerlinie für einen industriellen Betrieb (Seite 77) analysiert, kann erkannt werden, dass bestimmte Bereiche sehr wohl einen Energiebedarf (mit einem Temperaturniveau zwischen 80 und 90°C) haben, aber auch einen Energiebedarf mit ein sehr viel höheres Temperaturniveau aufweisen. Daher werden sie diesem Energiebedarf wahrscheinlich kaskadenartig nachkommen und sich somit diese benötigte Energie anderwärtig bereitstellen.

Der zweite Faktor, nach dem diese Ergebnisse unterschieden werden sollen, ist die Herkunft der Informationen. Bei bestimmten Branchen wie die Nah- und Fernwärmenetze, die Krankenhäuser oder der Milchverarbeitenden Industrie, konnten Daten findig gemacht werden, die direkt auf den Energieverbrauch eines Unternehmens zurückschließen lassen. Für die anderen Branchen, mussten die Daten auf Umwege gefunden werden. Und zwar war der einzig begehbare Weg, einen thermischen Verbrauch pro Mitarbeiter zu finden und dann durch die Statistiken des italienischen Statistikamt einen Vergleich zu machen. Klarerweise sind diese Ergebnisse mit einem gewissen Grad an Unsicherheit beaufschlagt und gehören gesondert und mit anderer Vorsicht betrachtet.

Diese besprochene Anzahl potentieller Kunden, zusammengefasst in einer Marktkapazität, sind in folgenden Tabellen angeführt.

<b>Branche</b>	<b>Unterkategorie</b>	<b>Marktkapazität</b>
Nah- und Fernwärmenetze	Biomasse	30
	Konventionell, mit KWK	53
	Konventionell	11
Krankenhäuser		157
Senioren- und Pflegeheime		1
Industriewäschereien		5
Papier- und Zellstoffindustrie*		105
Lebensmittelindustrie	Milch und Käse	107
	Bier	5
	Obst- und Gemüseverarbeitung	-
	Zuckerwaren	-
	Schokolade	-
<b>Summe</b>		<b>474</b>

\*... Branche die auch einen bedeutenden Energiebedarf mit einem höherem Temperaturniveau hat

Tabelle 7: Quantitative Auflistung der Marktkapazität nach Bereich (250 kW<sub>el</sub>, 430 kW<sub>th</sub>), direkt erhoben

<b>Branche</b>	<b>Unterkategorie</b>	<b>Marktkapazität</b>
Holzindustrie		49
Chemisch-pharmazeutische Industrie*		136
Gummi- und Kunststoffindustrie		9
Lebensmittelindustrie	Tierische Produkte	3
<b>Summe</b>		<b>197</b>

\*... Branche die auch einen bedeutenden Energiebedarf mit einem höherem Temperaturniveau hat

Tabelle 8: Quantitative Auflistung der Marktkapazität nach Bereich ( $250 \text{ kW}_{\text{el}}$ ,  $430 \text{ kW}_{\text{th}}$ ), indirekt erhoben

Es ist also aus diesen Tabellen ablesbar, dass in Italien laut den beschriebenen Berechnungen mindestens 671 Betriebe existieren, die für einen Holzgaserzeuger der Cleanstgas (mit  $250 \text{ kW}_{\text{el}}$  und  $430 \text{ kW}_{\text{th}}$ ) als potentielle Kunden in Frage kommen. Bei dieser Ausarbeitung wurde natürlich immer eine sinnvolle Nutzung von Strom und Wärme im Visier behalten, wie es im Sinne der Cleanstgas und der KWB ist.

### **3.1.5 Sensitivitätsanalyse der quantitativen Marktanalyse**

Die Möglichkeit, etwas kleinere oder größere Maschinen zu entwickeln steht auch offen. Klarerweise ist es interessant dafür zu schauen, um wie viel sich der potentielle Markt vergrößert oder verkleinert, wenn die Leistung der Maschine verändert wird.

Es sollen also drei Szenarien ausgearbeitet werden und der sich daraus ergebende potentielle Markt quantifiziert werden.

Die thermische Leistung der Anlage soll im Verhältnis zu der elektrischen Leistung linear ansteigen bzw. abfallen. Es wird im Rahmen dieser Sensitivitätsanalyse keine Unterscheidung in der Erhebungsart der Daten (wie in Kapitel 3.1.4, Seite 82) gemacht, um den Lesefluss nicht weiter zu beeinträchtigen.

### 3.1.5.1 Szenario 1 (150 kW<sub>el</sub>, 258 kW<sub>th</sub>)

Für das Szenario 1 wird eine elektrische Leistung von 150 kW<sub>el</sub> gewählt, da bereits eine Anlage in dieser Größe konstruiert und gebaut wurde. Bei dieser Anlage handelt es sich um den ersten Prototypen und dieser ist momentan in der Produktionshalle der Cleanstgas in betrieb.

Für eine solche Anlagendimension kann die Marktkapazität so quantifiziert werden, wie es in folgender Tabelle aufgelistet ist.

<b>Branche</b>	<b>Unterkategorie</b>	<b>Marktkapazität</b>
Nah- und Fernwärmenetze	Biomasse	53
	Konventionell, mit KWK	59
	Konventionell	12
Krankenhäuser		270
Senioren- und Pflegeheime		18
Industriewäschereien		8
Holzindustrie		121
Papier- und Zellstoffindustrie*		123
Chemisch-pharmazeutische Industrie*		195
Gummi- und Kunststoffindustrie		14
Lebensmittelindustrie	Milch und Käse	231
	Bier	6
	Tierische Produkte	6
	Obst- und Gemüseverarbeitung	-
	Zuckerwaren	-
	Schokolade	-
<b>Summe</b>		<b>1.116</b>

\*... Branche die auch einen bedeutenden Energiebedarf mit einem höherem Temperaturniveau hat

Tabelle 9: Quantitative Aufstellung der Marktkapazität nach Szenario 2 (150 kW<sub>el</sub>, 258 kW<sub>th</sub>) der Sensitivitätsanalyse

Für eine Anlage nach Szenario 2 gibt es nach den durchgeführten Recherchen mindestens 1.116 mögliche Standorte für eine Anlage der beschriebenen Dimension.

### 3.1.5.2 Szenario 2 (200 kW<sub>el</sub>, 348 kW<sub>th</sub>)

Das zweite Szenario umfasst hingegen eine Änderung der elektrischen Leistung auf 199 kW<sub>el</sub>. Diese Leistung ist nicht zufällig gewählt, sondern soll bewusst unter 200 kW<sub>el</sub> bleiben, um bei den Fördermaßnahmen, die auf italienischem Staatsgebiet ausgeschüttet werden, in eine gewisse Kategorie zu fallen. Genauer dazu wird in einem eigenen Kapitel (3.2.2 Analyse der staatlichen Förderlandschaft, Seite 102) beschrieben.

Das Ergebnis der Sensitivitätsanalyse unter den oben beschriebenen Verhältnissen schaut wie folgt aus.

<b>Branche</b>	<b>Unterkategorie</b>	<b>Marktkapazität</b>
Nah- und Fernwärmenetze	Biomasse	37
	Konventionell, mit KWK	56
	Konventionell	12
Krankenhäuser		209
Senioren- und Pflegeheime		4
Industriewäschereien		6
Holzindustrie		86
Papier- und Zellstoffindustrie*		111
Chemisch-pharmazeutische Industrie*		162
Gummi- und Kunststoffindustrie		11
Lebensmittelindustrie	Milch und Käse	170
	Bier	5
	Tierische Produkte	4
	Obst- und Gemüseverarbeitung	-
	Zuckerwaren	-
	Schokolade	-
<b>Summe</b>		<b>873</b>

\*... Branche die auch einen bedeutenden Energiebedarf mit einem höherem Temperaturniveau hat

Tabelle 10: Quantitative Aufstellung der Marktkapazität nach Szenario 1 (200 kW<sub>el</sub>, 348 kW<sub>th</sub>) der Sensitivitätsanalyse

Für ein solches Setting besteht der potentielle Markt aus mindestens 873 Anschlüssen, die einen genügend hohen thermischen Verbrauch aufweisen.

### 3.1.5.3 Szenario 3 (500 kW<sub>el</sub>, 860 kW<sub>th</sub>)

Das letzte Szenario umfasst eine Steigerung der elektrischen Leistung auf 500 kW<sub>el</sub>. Mit einer Anlage dieser Dimension können die relativen Herstellkosten, also Investitionskosten pro Kilowatt elektrisch, gesenkt werden.

Für eine Anlage in dieser Größenordnung unterteilt sich die Marktkapazität wie in der nachstehenden Tabelle aufgelistet wird.

<b>Branche</b>	<b>Unterkategorie</b>	<b>Marktkapazität</b>
Nah- und Fernwärmenetze	Biomasse	13
	Konventionell, mit KWK	50
	Konventionell	10
Krankenhäuser		82
Senioren- und Pflegeheime		0
Industriewäschereien		3
Holzindustrie		22
Papier- und Zellstoffindustrie*		75
Chemisch-pharmazeutische Industrie*		53
Gummi- und Kunststoffindustrie		4
Lebensmittelindustrie	Milch und Käse	16
	Bier	4
	Tierische Produkte	2
	Obst- und Gemüseverarbeitung	-
	Zuckerwaren	-
	Schokolade	-
<b>Summe</b>		<b>334</b>

\*... Branche die auch einen bedeutenden Energiebedarf mit einem höherem Temperaturniveau hat

Tabelle 11: Quantitative Aufstellung der Marktkapazität nach Szenario 3 (500 kW<sub>el</sub>, 860 kW<sub>th</sub>) der Sensitivitätsanalyse

Für das letzte betrachtete Szenario kommen hingegen mindestens 334 Betriebe in Italien, die einen genügend hohen Wärmebedarf aufweisen, um eine Anlage der oben geschilderten Größe sinnvoll nutzen zu können.

### 3.1.6 Lage der produzierenden Industriebetriebe

Um eine Ahnung zu haben in welchen Regionen die Industriebetriebe angesiedelt sind, kann durch ein Blick auf die Situation des Bruttoinlandprodukts in den Regionen Klarheit geschaffen werden. Dazu konnten Daten vom Statistikamt der Europäischen Kommission Eurostat zu Hilfe genommen werden. Diese Daten sind graphisch aufgearbeitet in der nächsten Abbildung dargestellt.

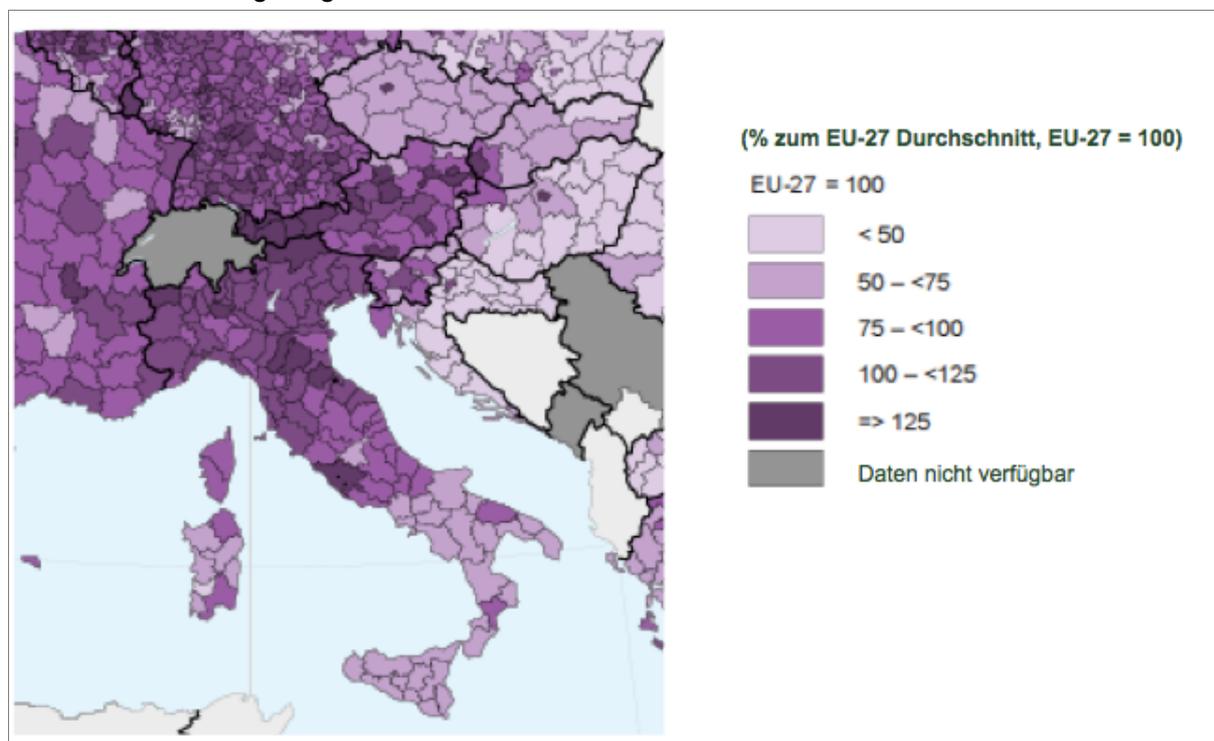


Abbildung 40: Bruttoinlandprodukt pro Einwohner in der EU-27<sup>213</sup>

Das Gefälle der Wirtschaftsstärke zwischen Norden und Süden Italiens ist klar erkennlich. Die Unternehmen der Marktkapazitätsanalyse die dem industriellen und gewerblichen Sektor zugehören, werden also eher im Norden angesiedelt sein. Die Unternehmen aus dem Dienstleistungssektor (hauptsächlich Krankenhäuser) werden hingegen eher nach der Populationsdichte verstreut sein. Diese Kategorie wird also uniform verstreut sein, wenn allerdings der klimatische Faktor mitberücksichtigt wird, werden auch für diese Sparte die Interessanten Betriebe eher im Norden liegen.

### 3.1.7 Analyse der Standorte

Die Standortanalyse ist eine strategisch sehr wichtige Vorstufe für einen intelligenten Eintritt in einen neuen Markt, da diese einen starken Einfluss auf die zukünftigen Aktionen und Entscheidungen der Unternehmung hat. Es geht prinzipiell darum, wohin eine erste Anlage in form einer Pilotanlage örtlich platziert werden soll. Dafür sollen alle wichtigsten Gegebenheiten um den Betrieb der in Frage kommenden Anlage gewichtet und bewertet werden.

<sup>213</sup> EUROSTAT (2012)

Für die Standortanalyse wurden prinzipiell die zwei örtlich den Hauptsitz in St. Margarethen/Raab am nächst liegenden Regionen Italiens ausgesucht: Friaul-Julisch-Venetien und Südtirol.

Für die Standortwahl wird eine Nutzwertanalyse nach Zangenmeister durchgeführt. Dafür wird vorgegangen, wie es im dazugehörigem Kapitel zu den Theoretischen Grundlagen (siehe Seite 34) beschrieben wurde.

### 3.1.7.1 Kriterien

Für diese Analyse werden Kriterien benötigt, die für eine dazugehörige Auswertung von Nöten sind. Es ist sehr wichtig, dass die Kriterien und dessen Gewichtung im Einklang mit der Geschäftsleitung gewählt werden, da diese ja im Endeffekt das Ergebnis bei der Entscheidung des künftigen strategischen Vorgehen brauchen.

Es wurden daher hierfür folgende Kriterien während der ersten Zwischenpräsentation ausgesucht:

- Erreichbarkeit,
- Vorhandene Brennstofflogistik,
- Innovationsfreudigkeit,
- Verständigungsmöglichkeit,
- Kumulierbare Förderungen und
- Keine Sonderanwendungen.

### 3.1.7.2 Gewichtung

Die Gewichtung der Kriterien wurde auch in der ersten Zwischenpräsentation von den Anwesenden Entscheidungsträgern durchgeführt. Er wurden dabei die oben genannten Kriterien in eine Rangordnung geordnet und Punkte dafür vergeben. Die Punkte wurden im Nachhinein ausgewertet und in ein Gewichtungssystem umgewandelt.

Die erwähnte Berechnung der durchgeführten Gewichtungsordnung hat folgendes Ergebnis geliefert.

<b>Kriterium</b>	<b>Gewichtung</b>
Erreichbarkeit	24%
Vorhandene Brennstofflogistik	11%
Innovationsfreudigkeit	11%
Verständigungsmöglichkeit	21%
Kumulierbare Förderungen	9%
Keine Sonderanwendungen	24%
<b>Summe</b>	<b>100%</b>

Tabelle 12: Gewichtung der Kriterien nach Zangenmeister

### 3.1.7.3 Punkteskala

Nach Zangenmeister wird zusätzlich zur Gewichtung der Kriterien noch eine fixierte Punkteskala benötigt, um jedem Kriterium eine objektive Punktezah zuordnen zu können.

Das Range der Punkteskala das den aufgezählten Kriterien entspricht wird so gewählt, wie es im folgenden Abschnitt erklärt wird. Die Skala soll von Null bis Zehn reichen und progressiv aufgebaut sein.

### **3.1.7.3.1 Erreichbarkeit**

Die Erreichbarkeit ist eine der zwei wichtigsten Eigenschaften neben dem Kriterium „keine Sonderanwendungen“. Da eine erste Anlage, die errichtet werden würde, möglicherweise zu Beginn der Betriebsdauer einige Störfälle haben könnte, würde die Anlage ein schnellst mögliches Eingreifen voraussetzen, um eine rasche Behebung dieser Störung zu ermöglichen.

Da überhaupt zu am Anfang des Markteintrittes ein Entsenden eines Technikers nur von der Zentrale in St. Margarethen/Raab denkbar wäre, müssen alle Abstände zu möglichen Standorten vom Hauptsitz aus gemessen werden. Eine weitere Annahme die hier getroffen wird, ist die Anfahrt des Technikers mit PKW.

Die Skala soll also von Null bis Zehn gehen. Daher sollen 6 Stunden Anfahrtszeit 0 Punkten entsprechen und dann linear verlaufend in 0,5 Stunden Schritten um einen Punkt ansteigen. Daher würde also eine Anfahrtszeit von 1,5 h zehn Punkten entsprechen. Eine Übersicht der Punkteskala kann aus Tabelle 13 (siehe Seite 93) entnommen werden.

Für die Region Friaul liegt der nächst mögliche Standort in 2 Stunden Fahrt Entfernung, während der am weitesten denkbaren Weg 4 Stunden Autofahrt beträgt. Das entspricht einem Schnitt von 3 Stunden. Daher bekommt dieser Standort für das Kriterium Erreichbarkeit 3 Punkte.

Für die Region Südtirol hingegen, wäre ein nächst möglicher Standort mit einem PKW in 3,5 Stunden zu erreichen. Ein weitest vorstellbarer Weg läge hingegen in 6 Stunden Autofahrt entfernt. Das ergibt nach der vorher definierten Skala im Durchschnitt einem Anfahrtsweg von 4,5 bis 5 Stunden. Dies entspricht 3,5 Punkten.

### **3.1.7.3.2 Vorhandene Brennstofflogistik**

Die Vorhandene Brennstofflogistik in der Region macht ein betreiben einer Anlage einer solchen Dimension, wie es der Holzgaserzeuger der Cleanstgas ist, um einiges leichter. Dies erspart weite Anfahrtswege und die Bemühungen, eine Versorgungskette für den benötigten Brennstoff aufbauen zu müssen.

Die Skala soll also bei einer absolut nicht vorhandenen Brennstofflogistik Null Punkten entsprechen und stufenweise bis zu einer komplett vorhandenen und funktionierenden Infrastruktur 10 Punkten aufgebaut sein. Auch für dieses Kriterium können die Abstufungen in der Tabelle 13 (siehe Seite 93) nachgeschlagen werden.

Friaul-Julisch-Venetien wird hier zu diesem Punkt mit 2 Punkten bewertet, da der Hackgutverbrauch dort sehr beschränkt ist und der Markt eigentlich nur kleine Kunden beliefert.

In Südtirol existiert hingegen schon ein funktionierender Markt mit einem ausgebauten Netz an Fernheizwerken und verschiedenen anderen Anwendern, die Hackschnitzel verbrennen. Auch die Holzindustrie ist gut vertreten und die Wälder werden wirtschaftlich genutzt. Daher wird diese Region mit einer Acht gewertet.

### 3.1.7.3.3 Innovationsfreudigkeit

Da es sich bei der Anlage mit der man den neuen Markt entert, höchstwahrscheinlich um eine Pilotanlage handelt, ist eine bestimmte Toleranz und ein gewisses Entgegenkommen von Seiten des Kunden von Vorteil. Klarerweise wird eine solche Anlage auch mit einem Pilotanlagen-Vertrag verbunden sein, mit all dessen Vor- und Nachteile. Von Innovationsfreudigkeit kann also gesprochen werden, wenn der Kunde ein ausgeprägtes Verständnis für neue Technologien hat und auch bereit ist, gewisse Kompromisse einzugehen um dafür diese neue Technologie im Haus zu haben.

Dazu soll die Skala davon starten, dass potentielle Kunden gar keine neuartige Technologie installieren wollen (0 Punkte entsprechend) und bis zu einem Verhalten gehen wo die Kunden aktiv nach neuen Technologien suchen (10 Punkte entsprechend). Auch hier ist eine Übersicht davon in Tabelle 13 (siehe Seite 93) enthalten.

Von beiden Regionen sind keine Kunden bekannt, die bereits konkret nach der Cleanstgas Technologie gefragt haben. Deshalb wurden beide Regionen mit einer Drei gewertet, auch wenn die italienische Tochtergesellschaft der KWB, die KWB Italia GmbH, bereits breites Interesse für die Technologie verkündet hat und sich auch bereits nach Anwendungen umhört.

### 3.1.7.3.4 Verständigungsmöglichkeit

Dieses Kriterium ist klarerweise auch ein Punkt der zu berücksichtigen ist. Da, wie bereits erwähnt, zu Beginn des Betriebs im Falle einer Störung ein Techniker aus der Steiermark nach Italien geschickt werden muss um den Fehler im Anlagenbetrieb zu beheben. Dafür ist es von beträchtlichen Vorteil, wenn eine barrierefreie Kommunikation mit einem Anlagenbetreiber stattfinden kann. Dies kann auch zum Beispiel das Beheben von kleinen Fehlern durch telefonische Anleitung ermöglichen, das unter Umständen eine weite Fahrt ins Ausland überflüssig machen würde.

Daher wurde die Skala zu diesem Punkt so angesetzt, dass es null Punkten entspricht, wenn in der Region die betrachtet wird, absolut kein Deutsch gesprochen wird und es zehn Punkten entspricht, wenn die Bevölkerung ausschließlich Deutsch spricht. Die Abstufungen dazwischen sind auch zu diesem Punkt aus Tabelle 13 (siehe Seite 93) abzulesen.

Zu diesem Punkt wurde die Region Friaul mit zwei Punkten gewertet, da in grenznähe Deutsch gesprochen wird und somit nicht gesagt werden kann, dass absolut kein Deutsch gesprochen wird.

Die Region Südtirol wurde hingegen mit acht Punkten bewertet, da ca. 75% der Bevölkerung der deutschen Sprachgruppe angehört und somit Deutsch als Muttersprache verwenden.

### 3.1.7.3.5 Kumulierbare Förderungen

Was ebenfalls einen Eintritt in einen neuen Markt erleichtern könnte, ist die Möglichkeit, neben der staatlichen Förderung (wird in Kapitel 3.2.3 Zusätzliche Förderungen, Seite 109, beschrieben) weitere öffentliche Fördergelder für das Errichten eines Holzgaserzeugers in Aussicht zu haben. Das Gesetz verbietet zwar eine Akkumulation auf die bereits geförderten Anlagenteile, allerdings könnten für andere Elemente die zu einem funktionierenden System gehören, sehr wohl Fördergelder ausgeschüttet werden.<sup>214</sup>

---

<sup>214</sup> MINISTERIALDEKRET (2012), S. 44 und 83

Für dieses Kriterium wurde die Skala also so gesetzt, dass es null Punkten entspricht, falls absolut keine zusätzlichen Förderungen in Aussicht stehen und es 10 Punkten entspricht, falls eine 50%ige Förderung auf alle Teile einer Anlage in Aussicht stehen, die durch das staatliche Fördersystem nicht unterstützt werden.

Da für Friaul-Julisch-Venetien keine zusätzlichen Förderungen dieser Art bekannt sind, kann in dieser Beziehung kein Punkt vergeben werden.

Da hingegen in Südtirol ein Anspruch auf ein bis zu 30%iger Zuschuss auf die nicht vom Staat geförderten Investitionskosten möglich ist, können hier sechs Punkte vergeben werden.

#### **3.1.7.3.6 Keine Sonderanwendungen**

Dieses Kriterium hat sich aus dem Gewichtungszugang als sehr wichtig entpuppt, da es mit dem Kriterium Erreichbarkeit als gleich wichtig an die Spitze der Rangliste der Kriterien gewertet wurde. Für eine Erstanwendung in einem fremden Markt soll eine Anwendung gewählt werden, die als absoluter Standard gilt. Es soll sich ja auch um eine Pilotanlage und möglicherweise um eine Referenz- und Vorzeiganlage handeln. Als Standard-Anwendung gilt derzeit für die Cleanstgas ausschließlich der Einsatz des Holzgaserzeugers im Betrieb eines Fernheizwerks.

Die Bewertungsskala reicht für diese Eigenschaft also von null Punkten für absolut keine Möglichkeit, eine Anlage in ein Fernheizwerk zu integrieren, während 10 Punkte für eine bereits bestehende Zusage eines Betreibers eines Fernheizwerks stehen, der einen Holzgaserzeugers in seine Unternehmung integrieren will.

In der Region Friaul existieren nach den durchgeführten Recherchen ein bis maximal zwei Fernwärmenetze/e. Daher ist der Einsatz in den Betrieb einer Standard-Anwendung zwar möglich aber nicht unbedingt wahrscheinlich. Das entspricht nach der Tabelle 13 (Seite 93) zwei Punkten.

In der Region Südtirol gibt es hingegen eine Menge an Fernheiznetzen und daher ist die Möglichkeit einer Anwendung ohne Sonderanwendung praktisch sicher zu ermöglichen, was laut der definierten Skala acht Punkten entspricht.

#### **3.1.7.4 Übersicht**

Wie in den vorherigen Abschnitten öfters erwähnt, folgt nun eine Übersicht des Punkteschemas, um eine bessere Übersicht der Bewertung zu gewährleisten.

<b>Punkte</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
Erreichbarkeit [h]	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5
Vorhandene Brennstofflogistik	Infrastruktur ausgebaut	Infrastruktur gut	Infrastruktur vorhanden	Infrastruktur schwach	Wenige Anlagen	Nicht Vorhanden					
Innovationsfreudigkeit	Kunden suchen	Kunden wären bereit	Kunden suchen nicht	Kunden wollen nicht							
Verständigungsmöglichkeit	100% DE	75% DE	50% DE	25% DE	Sehr wenig DE	Kein DE					
Kumulierbare Förderungen	50%	40%	30%	20%	10%	Nicht möglich					
Keine Sonderanwendungen	Zusage	Möglichkeit sicher	Möglichkeit vorhanden	Möglichkeit wahrscheinlich	Möglichkeit möglich	Keine Möglichkeit					

Tabelle 13: Punkteschema nach Zangenmeister

### 3.1.8 Ergebnis der Standortanalyse

Wenn die Gewichtung der Kriterien mit der entsprechenden Punktezahl multipliziert wird und die Produkte dann für den jeweiligen Standort aufsummiert, kann ein Ergebnis der Standortanalyse interpretiert werden.

Zusammenfassend schaut der eben beschriebene Vorgang aus, wie es in folgender Tabelle zusammengefasst wird.

<i>Kriterium</i>	<i>Gewichtung</i>	<i>Friaul-Julisch-Venetien</i>		<i>Südtirol</i>	
		<i>Punkte</i>	<i>Gewichtete Wertung</i>	<i>Punkte</i>	<i>Gewichtete Wertung</i>
Erreichbarkeit	24%	7	168	3,5	84
Vorhandene Brennstofflogistik	11%	2	22	9	99
Innovationsfreudigkeit	11%	3	33	3	33
Verständigungsmöglichkeit	21%	2	42	8	168
Kumulierbare Förderungen	9%	0	0	6	54
Keine Sonderanwendungen	24%	2	48	8	192
<b>Summe</b>	<b>100%</b>		<b>313</b>		<b>630</b>
<b>Rang</b>			<b>2</b>		<b>1</b>

Tabelle 14: Übersicht der Standortanalyse

Das Ergebnis betrachtend kann gesagt werden, dass die Aussage der Standortanalyse eindeutig für den Standort Südtirol spricht. Nachdem diese Option mehr als doppelt so viele Punkte erreicht, als der Standort Friaul, kann definitiv empfohlen werden, den Markteintritt in den italienischen Raum über Südtirol zu wagen.

### 3.1.9 Die aktuelle Situation der Standard-Anwendung in Südtirol

Da die Region Südtirol für einen Markteintritt gewählt wurde und die Anwendung in einem Fernheizwerk diejenige ist, die für eine erste Anlage angestrebt wird, folgt nun eine Grafik des Südtiroler Gebiets mit den bestehenden Fernheizwärmenetzen, die genügend Anschlussleistung aufweisen um für einen Holzgaserzeuger der Cleanstgas in Frage zu kommen. Die Daten zu den Standorten kommen aus Kapitel 3.1.3: Quantitative Marktanalyse, genauer genommen aus dem Abschnitt 3.1.3.1: Nah- und Fernwärmenetze (siehe Seite 74)

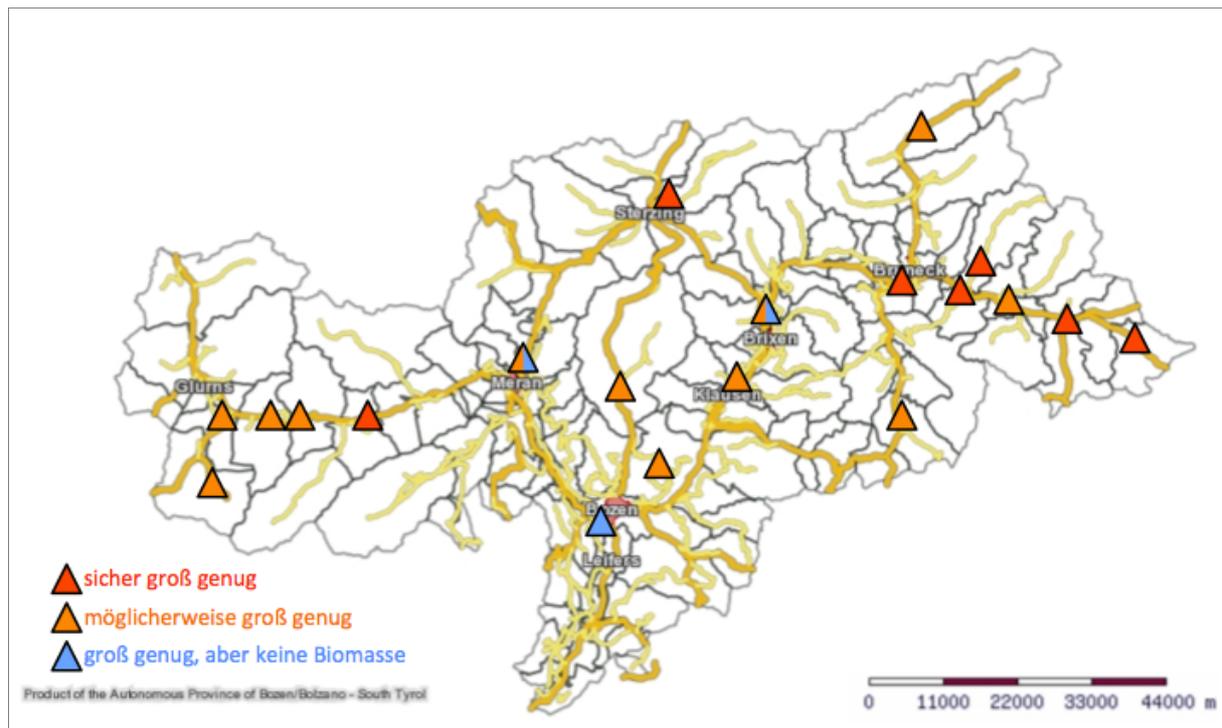


Abbildung 41: Mögliche Standorte für einen Cleanstgas Holzgaserzeuger mit 250 kW<sub>el</sub> und 430 kW<sub>th</sub> in Südtirol (GIS-Karte<sup>215</sup>)

Es können aus dieser Grafik und aus der Legende drei verschiedene Typologien von Fernheizwerken erkannt werden, jeweils mit einem Dreieck markiert.

Die rot gekennzeichneten Dreiecke stellen Biomasse betriebene Fernheizwerke dar, die von der Dimension, also sowohl von der installierten Brennleistung als auch von der konsumierten Energie, genügend groß sind, um einen Cleanstgas Holzgaserzeuger einzusetzen (250 kW<sub>el</sub> und 430 kW<sub>th</sub>).

Die orange gekennzeichneten Dreiecke stehen für Biomasse betriebene Fernheizwerke, die möglicherweise groß genug sind, um einen Cleanstgas Holzgaserzeuger anzuwenden.

Die hellblau gekennzeichneten Dreiecke stehen hingegen für Fernwärmenetze, die zwar für den Einsatz eines Cleanstgas Holzgaserzeugers einen genügend hohen Wärmebedarf aufweisen, aber mit anderen Brennstoffen als hölzerner Biomasse betrieben werden (Z.B. Müllverbrennungsanlagen, KWK mit Pflanzenöl, usw.).

### 3.1.10 Analyse der Mitbewerber

Es ist natürlich auch sehr interessant, die Mitbewerber im Auge zu behalten, die bereits im Markt aktiv sind, der betreten werden will.

Dafür wurde eine Recherche durchgeführt, um herauszufinden, wer zur Zeit schon am Markt ist, was diese Mitbewerber anbieten und wie stark sie schon vertreten sind.

#### 3.1.10.1 Holzgaserzeuger

Erster und wichtigster Punkt ist die direkte Konkurrenz, also Mitbewerber, welche die selbe Technologie bzw. das selbe Prinzip anwenden.

<sup>215</sup> AUTONOME PROVINZ BOZEN – SÜDTIROL (2013)

Dafür wurde der Markt untersucht und es konnten folgende Unternehmen in Europa findig gemacht werden, die ein Produkt anbieten, welches sich der Holzgaserzeugung dient. Es wurde bei dieser Untersuchung auch ein Augenmerk auf den Preis gegeben, um welchen die Mitbewerber die eigene Technologie anbieten.

<b>Unternehmen</b>	<b>Technologie Größenordnung</b>	<b>Preis [€/kW<sub>el</sub>]</b>
Spanner	Gleichstrom-Festbettvergaser 45 kW <sub>el</sub> , 80-120 kW <sub>th</sub>	4.000
Burkhardt	Gleichstrom-Festbettvergaser 180 kW <sub>el</sub> , 270 kW <sub>th</sub>	5.000
SynCraft	Gestufte Schwebebett-Vergasung 250 kW <sub>el</sub> , 450 kW <sub>th</sub>	6.000
Urbas	Gleichstrom-Festbettvergaser 150 kW <sub>el</sub> , 310 kW <sub>th</sub>	3.800
Xylogas	Gleichstrom-Festbettvergaser 220 kW <sub>el</sub> , 343 kW <sub>th</sub>	*
Wegscheid	Gleichstrom-Festbettvergaser 125 kW <sub>el</sub> , 230 kW <sub>th</sub>	*
Terra-tec	Gleichstrom-Festbettvergaser 40, 125 oder 250 kW <sub>el</sub>	*
Pyrox	Gleichstrom-Festbettvergaser 850 kW <sub>el</sub> , 1.060 kW <sub>th</sub>	*
Kuntschar	Gleichstrom-Festbettvergaser 150 kW <sub>el</sub> , 230 kW <sub>th</sub>	*
Agnion	Heat-Pipe-Reformer 400 kW <sub>el</sub> , 630 kW <sub>th</sub>	*
Ligento	Gegenstrom-Festbettvergaser 120-150 kW <sub>el</sub> , 200-250 kW <sub>th</sub>	*
Repotec	Allotherme Wasserdampfvergasung 2.000-5.000 kW <sub>el</sub> , 4.500-14.300 kW <sub>th</sub>	*
Pyroforce concepte	Gleichstrom-Festbettvergaser 100-600 kW <sub>el</sub>	*
Holzgas Gräbner	Gleichstrom-Festbettvergaser 10-30 kW <sub>el</sub>	*

\*... diese Information konnte im Rahmen der Untersuchung des Marktes nicht ermittelt werden

Tabelle 15: Mitbewerber am europäischen Markt der Holzgaserzeuger

### 3.1.10.2 Andere Technologien

Auch andere Technologien, die den selben Brennstoff Biomasse verwenden (können) sind ebenfalls interessant. Daher wurde auch andere Technologie unter die Lupe genommen und wichtige Mitspieler auf dem Markt findig gemacht.

Der wichtigste Mitbewerber auf dem Markt der Biomasse-KWK ist die ORC Technologie. ORC steht für Organic Rankine Cycle und es handelt sich von der Funktionsweise um eine Anlage, die vom Prinzip her praktisch gleich arbeitet wie ein Dampfprozess. Der

hauptsächliche Unterschied liegt darin, dass Anstatt Wasser als Medium ein Thermoöl verwendet wird, das eine deutlich niedrigere Verdampfungstemperatur besitzt. Es kann somit Strom aus Wärme mit einem deutlich niedrigerem Temperaturniveau gewonnen werden als mit Wasser, der Wirkungsgrad ist aber auch dementsprechend niedriger als der vom Dampfprozess.

Die wichtigsten Mitbewerber werden in folgender Tabelle angeführt.

<b>Land</b>	<b>Unternehmen</b>
Deutschland	Adoratec GmbH AGRO Forst- und Energietechnik Pro2 Anlagentechnik GmbH Vyncke Deutschland Dürr Cyplan Ltd. Maxxtec AG Orcan Energy GmbH Pflanzenenergie Mamming GmbH
Italien	Turboden s.r.l. Zuccato Energia
Niederlande	Triogen
Österreich	Kohlbach Gruppe
Schweiz	Eneftch Innovation SA Schmid AG Holzfeuerungen

Tabelle 16: Auflistung der wichtigsten europäischen Produzenten von ORC-Anlagen

Eine weitere Technologie, die Kraft und Wärme aus Biomasse gewinnen kann, ist die Technologie des Stirling Motors. Es handelt sich dabei um einen Motor mit externer Verbrennung, der die Wärme dieser externen Verbrennung durch ein geschlossenes Gassystem funktioniert. Dieses geschieht durch ein ausgeklügeltes System von Kammern, die das Gas phasenweise erhitzen und abkühlen lässt, und somit die Expansionsarbeit dieses Gases nutzt.

Die Hersteller dieser Technologie, die findig gemacht werden konnten, sind in folgender Tabelle aufgelistet.

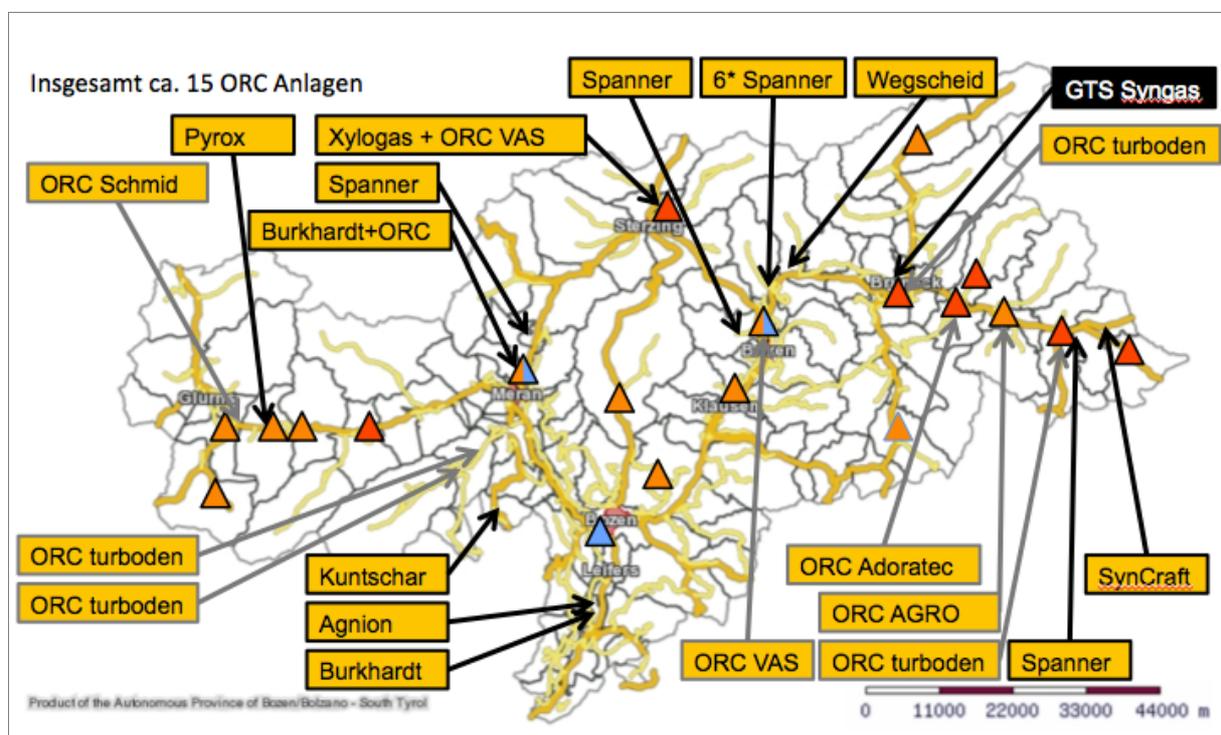
<b>Land</b>	<b>Unternehmen</b>
Österreich	Ökofen
Deutschland	Viessmann Remeha SenerTec
Schweden	Cleanenergy

Tabelle 17: Auflistung der wichtigsten europäischen Produzenten von Stirling-Motoren

### 3.1.10.3 Die aktuelle Situation der Mitbewerber in Südtirol

Der nächste Schritt ist es zu untersuchen, wie stark die Mitbewerber in der Region vertreten sind, die sich in der Standortanalyse als die geeignete Region für einen Eintritt herauskristallisiert hat.

Nach verschiedenen Recherchen konnte die Situation herausgefiltert werden, die durch die nachstehende Grafik verbildlicht wird.

Abbildung 42: Derzeitige Situation des Marktes der Holzgaserzeuger und ORC-Anlagen in Südtirol (GIS- Karte<sup>216</sup>)

Es ist leicht ersichtlich, dass die Region Südtirol von den Mitbewerbern bereits als interessant erkannt wurde, bzw. dass die Kunden in Südtirol gut bereit sind, neue Technologien anzuwenden.

Diese Situation ist für den Markteintritt der Cleanstgas in Italien über Südtirol zwar nicht optimal, da die Mitbewerber den Markt hier schon betreten haben, dies kann aber vielleicht auch zum eigenen Vorteil genutzt werden. Durch die oben abgebildete Konstellation ist ein direkter Vergleich der eigenen Technologie mit anderen leicht denkbar. Wenn man also im Benchmarking brillieren kann, ist es für die Cleanstgas-Technologie sicher ein bedeutender Vorteil.

<sup>216</sup> AUTONOME PROVINZ BOZEN – SÜDTIROL (2013)

### 3.1.11 Strategische Empfehlung zum Markteintritt

Nachdem der Markt schon recht gut besetzt ist, kann schon im Rahmen dieser Arbeit überlegt werden, bei welchen Fernheizwerk man sich einbinden könnte.

Nachstehende Abbildung zeigt grün umkreist, die Fernheizwerke, welche eine Vernünftige Größe haben, um für einen Cleanstgas-Holzgaserzeuger in Frage zu kommen, und noch nicht von anderen Mitbewerbern als Kunden akquiriert wurden.

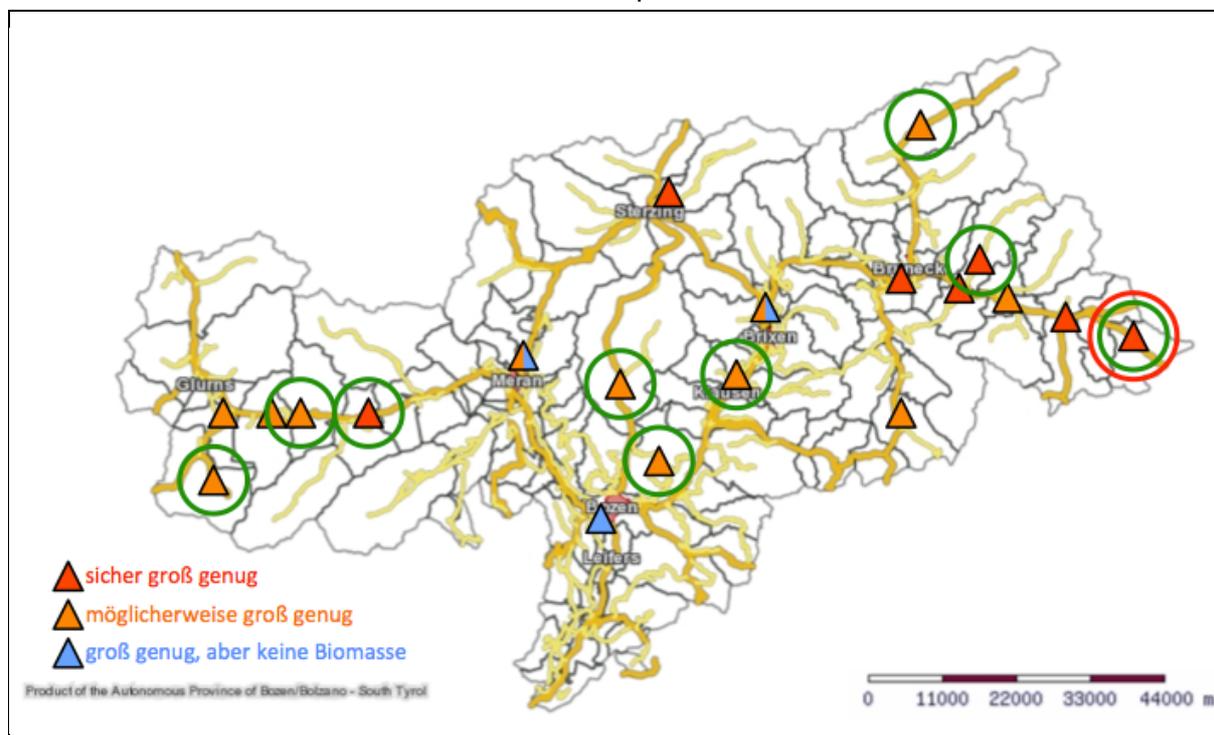


Abbildung 43: Möglichkeiten für eine Pilotanlage in einem Fernheizwerk (GIS- Karte<sup>217</sup>)

Von links nach rechts wären diese:

- Stilfs (orange),
- Laas (orange),
- Latsch (rot),
- Sarnthein (orange),
- Ritten (orange),
- Klausen (orange),
- Ahrntal (orange),
- Rasen-Antholz (rot) und
- Sexten (rot).

Strategisch am besten geeignet ist von den Aufgelisteten das letzte Fernheizwerk. Es handelt sich um das Fernheizwerk in Sexten. Es liegt strategisch am besten, da es zum einen sicher genügend groß ist, um die Wärme des Holzgaserzeugers sinnvoll zu nutzen und zum anderen ist es geographisch das am östlichsten gelegene Fernheizwerk. Zweites bedeutet, dass es bei einem Störfall der Anlage am schnellsten von der Zentrale in der Steiermark erreicht werden könnte.

<sup>217</sup> AUTONOME PROVINZ BOZEN – SÜDTIROL (2013)

## 3.2 Gesetzliche Rahmenbedingungen und Förderungen

Laut M. E. Porter gehört die staatliche Politik zu den möglichen Eintrittsbarrieren für einen Markt<sup>218</sup>. Daher soll ein genauer Blick auf die Gesetzlichen Rahmenbedingungen und die sich daraus ergebenden möglichen Förderungen geworden werden.

### 3.2.1 Analyse des Genehmigungsverfahrens

Die Verfahren zum Ansuchen der Genehmigung und zum Ansuchen der Förderung sind ineinander verschachtelt. Daher wird hier mit der Beschreibung des Genehmigungsverfahrens begonnen, da dieses eine Basis darstellt, auf der die Regelung für die Förderungen aufbaut.

#### 3.2.1.1 Baugenehmigung

Der erste aufbauende Schritt für diese Reihenfolge an Genehmigungen, die für die Errichtung der Anlage und dessen staatliche Förderung von Nöten ist, ist die Baugenehmigung. Diese ist die grundlegendste aller Genehmigungen.

Dafür müssen alle für das Bauvorgehen relevante Dokumentationen eingereicht werden. Die Auflagen für die Emissionen in Luft und Wasser und die dementsprechenden Grenzwerte, werden erst bestimmt, sobald ein Antrag auf Baugenehmigung besteht. Andererseits kann eine Baugenehmigung erst erteilt werden, wenn das Amt für Umwelt eine Emissionsfreigabe erteilt hat.

Andererseits ist für den Antrag auf Eintragung ins Register (siehe folgendes Kapitel 3.2.2.2 „Rahmenbedingungen“, Seite 103) eine bereits ausgestellte Baugenehmigung nötig.

Es ist also wirklich ein verschachteltes System.

#### 3.2.1.2 Emissionen in die Luft

Die Emissionen in die Luft sind im von der jeweiligen Region geregelt, da es von staatlicher Ebene keine Richtlinien gibt. Für Südtirol ist das im Landesgesetz geregelt. Zu den Emissionen in die Luft ist im Landesgesetz (vom 16. März 2000, Nr. 8) festgehalten:

Für Anlagen, die mit Pyrolyseogas betrieben werden,

*„[...] gelten die von der Landesagentur für Umwelt bei der Genehmigung des Projektes oder bei Erlass der Emissionsermächtigung fallspezifisch erlassenen Bestimmungen.“<sup>219</sup>*

Es werden also je nach Projekt die Emissionsgrenzwerte festgelegt. Um eine Ahnung zu haben, wie hoch die Emissionsgrenzwerte größenordnungsmäßig sind, hat ein Techniker des Landesamt für Umwelt fünf Werte preisgegeben, die hergenommen werden können. Diese sind in folgender Tabelle aufgelistet, können aber wie bereits erwähnt nur als Richtwerte gesehen werden. Sobald das Projekt eingereicht wird, werden dann vom Amt je nach Anlage und Projekt Emissionsgrenzwerte festgelegt.

<sup>218</sup> vgl. PORTER, M. E. (1992), S. 37

<sup>219</sup> LANDESGESETZ (2000), Anhang C, Punkt 12

<b>Schadstoff</b>		<b>Vorgabe Südtirol (bei 5% O<sub>2</sub>)</b>	<b>Cleanstgas</b>
Staub	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	100	5
NO <sub>x</sub>	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	500	500
CO	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	650	<u>1.500</u>
Benzol, bei einem Massenfluss von >25 g/h	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	5	3

Tabelle 18: Größenordnungsmäßige Emissionsgrenzwerte für Anlagen die mit dem Prinzip der Pyrolyse betrieben werden<sup>220</sup>

Es ist leicht ersichtlich, dass ein einziger Wert der aktuell gemessenen Werte oberhalb der Grenzwerte für die allgemeine Emissionsermächtigung liegt. Es handelt sich dabei um den Kohlenmonoxid-Wert (CO).

Es handelt sich bei diesen Grenzwerten zwar nur um Richtwerte, die bei der Genehmigung erst definitiv festgelegt werden. Allerdings muss berücksichtigt werden, dass die ausgestoßene Menge den Grenzwert um das 2,3-fache übersteigt. Es kann also angenommen werden, dass eine Anlage ohne zusätzlicher Abgasnachbehandlung in Südtirol keine Emissionsermächtigung, und somit auch keine Baugenehmigung, erhalten würde.

Zu den möglichen Maßnahmen, die Abgasemissionen zu vermindern, soll im Rahmen dieser Arbeit nicht eingegangen werden. Der Einsatz eines Katalysators erscheint allerdings notwendig. Zu diesem Thema wird an das Kapitel 2.3.5.3 (Abgasnachbehandlung, Seite 57) verwiesen.

### 3.2.1.3 Emissionen ins Wasser

Auch die Emissionen ins Wasser sind auf regionaler Ebene festgelegt und für das Land Südtirol gibt es auch ein Landesgesetz diesbezüglich (Landesgesetz vom 18 Juni 2002, Nr. 8).

Auch zu diesem Thema steht im Landesgesetz fest:

*„Alle Abwasserleitungen sind unter Berücksichtigung der Qualitätsziele der Gewässer geregelt und müssen die Emissionsgrenzwerte und die Bedingungen dieses Gesetzes und jene der Ermächtigung einhalten.“<sup>221</sup>*

Es gibt zum Punkt jedoch schon einige Emissionsgrenzwerte die bereits vorgeschrieben sind. Als Übersicht wird hier ein Vergleich mit den Werten gemacht, die von Gesetz vorgeschrieben sind.

<sup>220</sup> vgl. SANIN, P. Interview am 07.01.2014, 9:22 Uhr

<sup>221</sup> LANDESGESETZ (2002), Kapitel II, Artikel 29, Punkt 2

<b>Schadstoff</b>		<b>Vorgabe Südtirol</b>	<b>Cleanstgas</b>
Temperatur	[°C]	Ermächtigung	28,4
ph-Wert	- - -	Ermächtigung	8,1
Ammonium-Stickstoff	[mg/l]	Ermächtigung	3.200
BSB <sub>5</sub> (Biochemischer Sauerstoffbedarf)	[mg/l]	Ermächtigung	20
CSB (Chemischer Sauerstoffbedarf)	[mg/l]	Ermächtigung	78
Cyanid	[mg/l]	1	< 0,005
Phenolindex	[mg/l]	1	0,035
Σ HC (Summe der Kohlenwasserstoffe)	[mg/l]	10	0,47
Σ leichtflüchtige aromatische HC (BTX) (Benzol, Toluol und Xylol)	[mg/l]	0,4	0,073

Tabelle 19: Grenzwerte für Emissionen ins Abwasser<sup>222</sup>

### 3.2.2 Analyse der staatlichen Förderlandschaft

Die Analyse der Förderlandschaft ist ein grundlegender Schritt um das Projekt von allen Facetten zu betrachten, auch da der Betrieb eines Holzgaserzeugers ohne eine Förderung ökonomisch nicht tragbar wäre.

#### 3.2.2.1 Grundsätzliches

Die Nutzung von erneuerbaren Energien zur Produktion von Strom wird in Italien auf nationaler Ebene gefördert. Dieses Fördersystem wird durch zwei unterschiedliche Ministerialdekrete geregelt. Eines behandelt alle photovoltaischen Nutzungen der Energiequelle Sonne, das andere hingegen betrifft alle anderen Quellen (Fördersystem für stromproduzierende Anlagen, die mit erneuerbaren Energien betrieben werden, die nicht photovoltaisch sind<sup>223</sup>).

Unterm Strich möchte der Italienische Staat mit diesem Fördersystem und mit allen anderen, die in den vergangenen Jahren in Kraft waren ein jährliches Pensum von höchstens 5,8 Milliarden Euro zur Förderung dieser Interessen zur Verfügung stellen. Dieses Pensum soll in Form eines Fördertopfs zur Verfügung gestellt werden.<sup>223</sup>

Dies funktioniert im Prinzip so, wie es der nachstehenden Grafik dargestellt wird. Die nachstehende Grafik berücksichtigt allerdings nicht, dass die Verträge, die mit der Förderstelle abgeschlossen wurden, nach 20 Jahren ablaufen und somit nicht mehr von diesem Fördertopf nutzen dürfen.

<sup>222</sup> LANDESGESETZ (2002), Anlage D

<sup>223</sup> vgl. MINISTERIALDEKRET (2012)

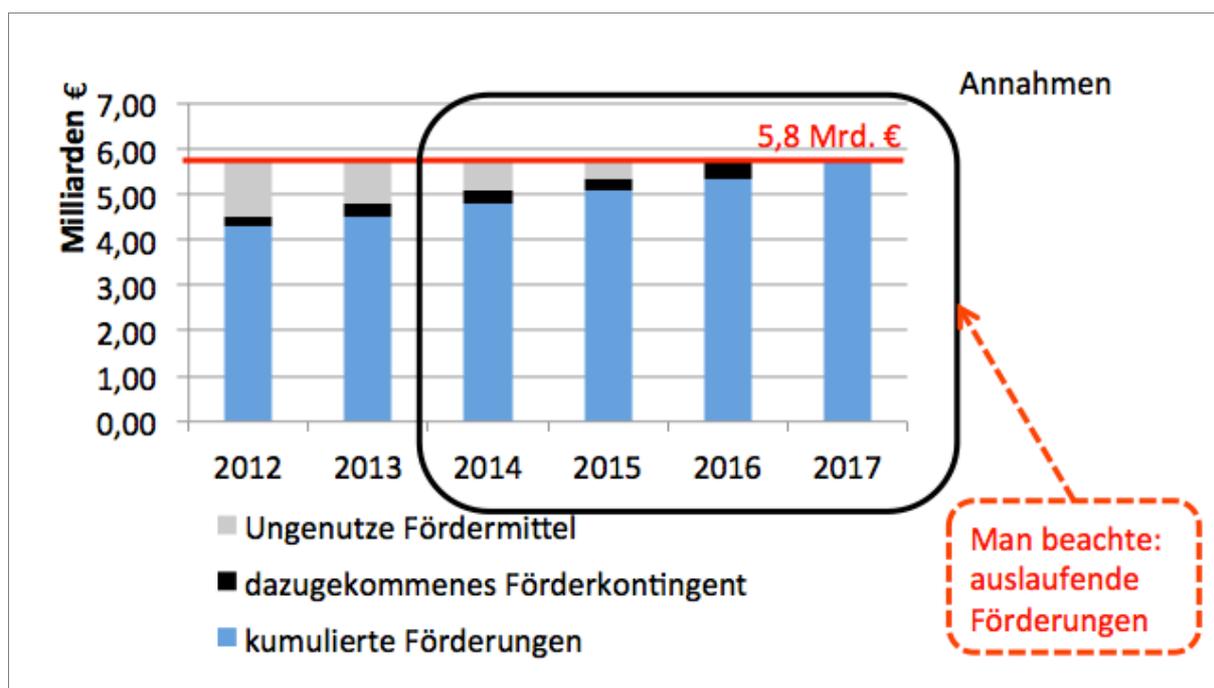


Abbildung 44: Grafische Beschreibung des Fördertopfs<sup>224</sup>

Die 5,8 Milliarden stellen den Deckel dieses Topfs dar, darüber hinaus dürfen die Spesen für dieses Fördersystem also jährlich nicht steigen. Für alles darunter stehen Mittel für alle Kategorien zur Verfügung. Allerdings möchte der Staat auch die jährlich geförderte installierte Leistung kontrollieren, um einem Ausufern der Kosten entgegenzusteuern. Dies geschieht mit einem jährlichen Jahreskontingent an installierter Leistung, die gefördert werden kann. Je nach Fördersystem und angewandter Technologie ist dieses Kontingent von vornherein definiert.<sup>225</sup>

### 3.2.2.2 Rahmenbedingungen

Es gibt grundsätzlich 3 Kategorien mit unterschiedlichen Verfahren zum Ansuchen der Fördermittel. Diese unterteilen sich in:<sup>226</sup>

- Anlagen mit einer Nennleistung bis 200 kW<sub>el</sub> können von einem direkten Zugriff auf die Fördermittel nutzen;
- Anlagen mit einer Nennleistung zwischen 200 und 1.000 kW<sub>el</sub> werden durch ein Verfahren mit Einschreiben in ein Register bedient und
- Anlagen mit einer Nennleistung über 1.000 kW<sub>el</sub> unterliegen einem Fördersystem mit Niedrigstwertauktionen.

Je nach Verfahren wird eine bestimmte installierte Leistung gefördert. Die Fördersystem-Kategorie, in welcher der Holzgaserzeuger der Cleanstgas in aktueller Ausführung hineinfällt, ist die zweite. Also Verfahren mit Einschreiben in ein Register. Für dieses Fördersystem hat der Staat im schon erwähnten Ministerialdekret Grenzen für die maximal förderbare installierte Leistung festgelegt. Für das System der Einschreibung ins Register gelten die Grenzen wie in Tabelle 20 aufgelistet.

<sup>224</sup> vgl. MINISTERIALDEKRET (2012), S. 47 f.

<sup>225</sup> vgl. MINISTERIALDEKRET (2012), S. 47 f.

<sup>226</sup> vgl. MINISTERIALDEKRET (2012), S. 47 ff.

<b>Technologie</b>	<b>2013</b> <b>[MW<sub>e</sub>]</b>	<b>2014</b> <b>[MW<sub>e</sub>]</b>	<b>2015</b> <b>[MW<sub>e</sub>]</b>
on-shore Windkraft	60	60	60
off-shore Windkraft	0	0	0
Wasserkraft	70	70	70
Elektro-Geothermie	35	35	35
Biogas, Klärgas und nachhaltige flüssige Biobrennstoffe, Biomasse die dem Artikel 8, Komma 4, Punkt a), b) und d) entspricht <sup>233</sup>	170	160	160
Biomasse die dem Artikel 8, Komma 4, Punkt c) entspricht <sup>233</sup>	30	0	0
Ozeanische Energie (inklusive Gezeiten- und Seegang-Energie)	3	0	0

Tabelle 20: Jährlich vom Staat Italien maximal geförderte Leistung verschiedener Technologien<sup>227</sup>

Wie aus der obigen Tabelle einfach entnommen werden kann, ist die Biomasse im Ministerialdekret in vier Punkten kategorisiert. Diese vier Punkte sind in Tabelle 21 aufgeschlüsselt.

<b>Biomasse-Typologie</b>	<b>Erklärung</b>
a)	Produkte biologischer Herkunft
b)	Unterprodukte biologischer Herkunft nach Tabelle 1-A <sup>228</sup> : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unterprodukte tierischer Herkunft, die nicht zum menschlichen Verzehr geeignet sind;</li> <li>• Unterprodukte aus Landwirtschaft, Tierzucht, Grünpflege und Forstwirtschaft;</li> <li>• Unterprodukte aus Lebensmittelverarbeitung und agroindustrieller Tätigkeit;</li> <li>• Unterprodukte aus industrieller Tätigkeit.</li> </ul>
c)	Abfälle mit einem bestimmten Anteil an organischen Stoffen nach Anhang 2 des Ministerialdekrets <sup>229</sup>
d)	Abfälle, die nicht aus der Mülltrennung stammen und anders als Punkt c) sind

Tabelle 21: Kategorisierung von Biomasse<sup>230</sup>

Der Betrieb des Holzgaserzeugers benötigt Biomasse der Kategorie a) oder b). Je nach Herkunft der hölzernen Biomasse, die für den Betrieb der behandelten Anlage zum Einsatz kommt, kann diese als Produkt oder Unterprodukt eingeteilt werden. Die Kategorisierung in Produkt oder Unterprodukt hat einen schwerwiegenden Einfluss auf den Fördertarif, der für

<sup>227</sup> vgl. MINISTERIALDEKRET (2012), S. 87 f.<sup>228</sup> vgl. MINISTERIALDEKRET (2012), S. 78 f.<sup>229</sup> vgl. MINISTERIALDEKRET (2012), S. 96 f.<sup>230</sup> vgl. MINISTERIALDEKRET (2012), S. 50 und S. 78f.

die Anlage zutrifft. Zur genauen Einteilung der Biomasse gibt es aber leider von staatlicher Seite keine genaue Äußerung. Allerdings konnte aus einem Gespräch mit einem Techniker des Vereins AIEL<sup>231</sup> (Associazione Italiana Energie Agroforestali, ein landesweiter Verein zur Förderung der Nutzung land- und forstwirtschaftlicher Energiequellen) Auskunft darüber erlangt werden. Offenbar ist die Situation so, dass aus Erfahrung der einzige Fall, in welchem Biomasse als Produkt angesehen wird, der ist, wenn ein Landwirt eine landwirtschaftliche Fläche hernimmt und sie nur dazu nutzt, um Holz als Hackschnitzel daraus zu gewinnen (short-rotation mit z.B. Pappeln). Alles andere kann immer als Unterprodukt kategorisiert werden.<sup>231</sup>

### 3.2.2.3 Kriterien

Es gilt also für eine Anlage mit einer Nennleistung von über 200 kW<sub>el</sub> ein Fördersystem mit einer Einschreibung in ein Register. Dieses System funktioniert so, dass das Vorhaben der Errichtung einer Anlage verkündet werden muss, um für die Förderung in Frage zu kommen. Dann wird von der Förderstelle ein Ranking erstellt, nach dessen Reihenfolge sich die Betreiber der Fördergelder bedienen.<sup>232</sup>

Diese Rangliste erfolgt nach folgenden Kriterien, die in dieser Auflistung hierarchisch geordnet sind.<sup>232</sup>

1. Anlagen von landwirtschaftlichen Betrieben, biomasse- oder biogasbetrieben ( $P_{el} < 600\text{kW}$ ); Biomasse nach Art. 8, Komma 4, Punkt a) und b);<sup>232</sup>
2. Anlagen, Biomasse- oder Biogasbetrieben; Biomasse nach Art. 8, Komma 4, Punkt b);<sup>232</sup>
3. Anlagen, biomassebetrieben; Biomasse nach Art. 8, Komma 4, Punkt c) und d);<sup>232</sup>
4. Anlagen die bereits im vorhergehenden Register eingetragen sind, die trotz vollständigem Ansuchen für die Förderungen nicht an den Zug gekommen sind.

Diese nach:

- a. kleinster Leistung der Anlage;
- b. die Vorzeitigkeit der Ermächtigung;
- c. Zeitpunkt des Ansuchens ins Register.<sup>232</sup>

Die Betreiber können dann der Reihe nach dessen Recht auf Fördergelder in Anspruch nehmen, bis die jeweilige Grenze erreicht wurde, die laut Tabelle 20 (Seite 104) für jede Technologie aufgelistet ist.

### 3.2.2.4 Grundtarif

Mit der Kategorisierung die in Kapitel 3.2.2.1 erklärt wurde und in Tabelle 21 (Seite 104) übersichtsmäßig aufgeschlüsselt wird, kann aus dem Gesetzestext je nach Brennstoff und Leistungsklasse ein Grundtarif aus der nachstehenden Tabelle (Tabelle 22, siehe unten) herausgelesen werden, der für die Förderung der Anlage zutrifft.

<sup>231</sup> vgl. FRANCESCATO, V., Interview am 08.11.2013, 15:30 Uhr

<sup>232</sup> vgl. MINISTERIALDEKRET (2012), S. 53 f.

<b>Erneuerbare Energiequelle</b>	<b>Typologie<sup>233</sup></b>	<b>Leistung</b>	<b>Nutzungsdauer</b>	<b>Grundtarif</b>
		<b>[kW<sub>el</sub>]</b>	<b>[a]</b>	<b>[€/MWh<sub>el</sub>]</b>
Biomasse	a)	1 – 300	20	229
		300 -1.000	20	180
		1.000-5.000	20	133
		> 5.000	20	122
	b) und d)	1 – 300	20	257
		300 -1.000	20	209
		1.000-5.000	20	161
		> 5.000	20	145
	c)	1 – 5.000	20	174
		> 5.000	20	125

Tabelle 22: Fördertarife nach Ministerialdekret im Jahr 2013<sup>234</sup>

Der ausgeschüttete Grundtarif wird jedes Jahr um 2% vermindert. Wenn dieser aber mal garantiert wird, sprich ein Vertrag unterzeichnet ist, gilt dieser Tarif für die gesamte Nutzungsdauer. Diese Kürzung findet nicht statt, falls 80% oder der jährlichen Fördergrenze aus Kapitel 3.2.2.2 (siehe Seite 103) oder weniger ausgeschöpft wird.<sup>235</sup>

### 3.2.2.5 Prämien

In Addition zum Grundtarif, der im vorhergehenden Kapitel behandelt wurde, ist durch das derzeit geltende Ministerialdekret ein Fördersystem entwickelt worden, das mit Prämien funktioniert.

Es gibt im Prinzip zwei Arten von Prämien:<sup>236</sup>

- Eine für die Emissionen und
- Eine Zweite für die Hohe Effizienz.

Diese Beiden Arten der Prämien sollen in den folgenden Kapiteln erläutert werden.

#### 3.2.2.5.1 Emissionsprämie

Die Prämie für die Emissionen beträgt 30 €/MWh<sub>el</sub><sup>237</sup> für Anlagen, die mit Biomasse der Kategorie a) oder b) (siehe Tabelle 21, Seite 104) betrieben werden, und kann in Anspruch genommen werden, falls die Abgase Grenzwerte aus folgender Tabelle eingehalten werden können. Diese Werte gelten allerdings nur für Anlagen mit einer elektrischen Leistung kleiner als 6 MW<sub>el</sub>.

<sup>233</sup> siehe Tabelle 21 (Seite 41)

<sup>234</sup> vgl. MINISTERIALDEKRET (2012), S. 76

<sup>235</sup> vgl. MINISTERIALDEKRET (2012), S. 49

<sup>236</sup> vgl. MINISTERIALDEKRET (2012), S. 51

<sup>237</sup> vgl. MINISTERIALDEKRET (2012), S. 51

<b>Schadstoff</b>		<b>Vorgabe (bei 11%vol. O<sub>2</sub>)</b>	<b>Cleanstgas</b>
NO <sub>x</sub>	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	200	<b>313</b>
NH <sub>3</sub>	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	5	3
CO	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	200	<b>938</b>
SO <sub>2</sub>	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	150	75
HC (Kohlenwasserstoffe)	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	30	<b>94</b>
PM10 (Feinstaub)	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	10	3
			(Gesamtstaub)

Tabelle 23: Grenzwerte für die staatliche Emissionsprämie<sup>238</sup>

Für das Einhalten aller Emissionsgrenzen, und somit um einen Zuschlag in Form der Emissionsprämie zu bekommen, müssen derzeit drei noch drei vom Staat festgesetzten Grenzwerte unterschritten werden. Es handelt sich dabei um Stickoxide (NO<sub>x</sub>), Kohlenmonoxid (CO) und Kohlenwasserstoffe (HC). Besonders die Kohlenmonoxide überschreiten den Grenzwert um das 4,7-fache, die Kohlenwasserstoffe hingegen um das 3-fache.

Zu den möglichen Maßnahmen, die Abgasemissionen zu vermindern, wird wieder auf den Einsatz eines Katalysators verwiesen (siehe Kapitel 2.3.5.3, Seite 57).

### 3.2.2.5.2 Effizienzprämie

Die Prämie für die Hohe Effizienz gliedert sich in dessen Prämienhöhe wie folgt<sup>239</sup>:

- 40 €/MWh<sub>el</sub> für Anlagen, die mit Biomasse der Kategorie a) betrieben werden;
- 40 €/MWh<sub>el</sub> für Anlagen, die mit Biomasse der Kategorie b) betrieben werden, wenn die durch KWK produzierte Wärme für Fernwärme genutzt wird;
- 10 €/MWh<sub>el</sub> für andere Anlagen, die von dem Ministerialdekret betroffen sind.

Diese Definition der Hohen Effizienz der Kraft-Wärme-Kopplung basiert auf einen Kennwert, der durch das Akronym PES abgekürzt wird. PES steht für Primary Energy Savings und stellt eine Einsparung an Primärenergie dar. Das System zur Berechnung ist recht kompliziert und bedarf verschiedener Faktoren und Rechenschritte.<sup>239</sup>

Allerdings gibt es eine Ausnahme, im Falle welcher eine Berechnung des PES gar nicht erst von Nöten ist, da automatisch Anspruch auf diese Prämie besteht. Diese Ausnahme trifft ein, wenn der Gesamtwirkungsgrad mindestens 75% beträgt.<sup>240</sup>

Falls dieser Brennstoffausnutzungsgrad nicht erreicht werden kann, muss eine Berechnung dieses PES erfolgen, um zu bestimmen, ob die Prämie trotzdem in Anspruch genommen werden kann oder nicht.<sup>240</sup>

Für Anlagen mit einer Nennleistung größer als 1 MW<sub>el</sub> muss der PES größer-gleich 0,1 (10%) sein, für kleinere Anlagen reicht ein PES größer Null, um von der Prämie nutznießen zu dürfen.<sup>239</sup>

Die Berechnungsmethode der Virtuellen Maschine und der Primary Energy Savings wird in einem eigenen Ministerialdekret geregelt.<sup>240</sup>

<sup>238</sup> vgl. MINISTERIALDEKRET (2012), S. 102

<sup>239</sup> vgl. MINISTERIALDEKRET (2012), S. 51

<sup>240</sup> vgl. MINISTERIALDEKRET (2011), S. 52 - 90

### 3.2.2.5.3 Die Berechnung der virtuellen Maschine

Wenn der Gesamtwirkungsgrad den Schwellenwert von 75% nicht erreicht, muss eine Berechnung durchgeführt werden, durch welche zumindest ein Teil der produzierten Energie mit der Prämie für hohe Effizienz gefördert werden kann.

Dafür wird eine imaginäre „virtuelle Maschine“ kreiert. Diese Maschine wird so dimensioniert, dass die Leistung der genutzten Wärme festgehalten wird und die elektrische Leistung so verändert wird, dass der Gesamtwirkungsgrad 75% beträgt.

Falls die nachstehende Berechnung des PES dann einen weiteren Schwellenwert übersteigt, der bereits im vorherigen Kapitel beschrieben wurde, kann der Strom aus dieser virtuelle Maschine dann mit dem Tarif zusätzlich der Prämie für hohe Effizienz in die Berechnungen einbezogen werden.

Der Rest des produzierten elektrischen Stroms wird dann mit einem Tarif exklusiv dieser Prämie gefördert.

### 3.2.2.5.4 Die Virtuelle Maschine der betrachteten Anlage

Da der Gesamtwirkungsgrad der Cleanstgas Anlage 74% beträgt, muss diese virtuelle Maschine kreiert werden (beschrieben in Kapitel 3.2.2.5.3, siehe oben).<sup>241</sup> Die Dimensionen dieser Maschine, die aus zwei Teilen besteht, sind in folgender Tabelle dargestellt.

<i>Parameter</i>		<i>Einheit</i>	<i>Wert</i>
Hocheffiziente Maschine ( $\eta \geq 75\%$ )	Elektrische Leistung	[kW <sub>el</sub> ]	245
	Thermische Leistung	[kW <sub>th</sub> ]	435
	Brennstoffwärmeleistung	[kW <sub>brst</sub> ]	907
Nicht hocheffiziente Maschine ( $\eta < 75\%$ )	Elektrische Leistung	[kW <sub>el</sub> ]	5
	Thermische Leistung	[kW <sub>th</sub> ]	0
	Brennstoffwärmeleistung	[kW <sub>brst</sub> ]	19

Tabelle 24: Dimensionen der Virtuellen Maschine lt. Gesetzlicher Vorgabe

### 3.2.2.5.5 Die Berechnung der Primary Energy Savings (PES)

Die Berechnung dieses Kennwerts basiert auf folgende Formel, die aus dem Gesetzestext entnommen werden kann, welcher den Zustand der Hocheffizienz für KWK-Anlagen behandelt<sup>242</sup>:

$$PES = \left( 1 - \frac{1}{\frac{CHP H\eta}{Ref H\eta} + \frac{CHP E\eta}{Ref E\eta}} \right) * 100\%$$

Die Kennzeichnung der Parameter in der Formel besteht aus drei Teilen.

Die mit „CHP“ gekennzeichneten Werte stehen für die Daten des hocheffizienten Teils der virtuellen Maschine. „Ref“ steht hingegen für einen Referenzwert, der aus Tabellen und Korrekturfaktoren besteht.

Der mittlere Teil, entsprechend „H“ und „E“, kennzeichnet jeweils, ob sich der Wert auf den thermischen bzw. den elektrischen Teil der virtuellen Maschine beziehen soll.

Der hintere Teil hingegen, ist immer ein „ $\eta$ “. Dies steht bei den Werten, denen ein „CHP“ voraus geht, für den Wirkungsgrad. Für die Kennzahlen („Ref“), bedeutet das nur, dass die

<sup>241</sup> vgl. MINISTERIALDEKRET (2011), S. 52 - 90

<sup>242</sup> vgl. MINISTERIALDEKRET (2011), S. 84

Kennzahl einen üblichen Wirkungsgrad (Referenzwert) für die Erzeugung der jeweiligen Energie darstellen soll.<sup>243</sup>

Die Berechnung der Kennzahlen („Ref“) soll hier vernachlässigt werden, da diese Berechnung zu sehr ins Detail gehen würde und für die Arbeit irrelevant ist.

Der berechnete Wert für die Primary Energy Savings der virtuellen Maschine die in Hocheffizienz läuft, beträgt 30,15%. Somit überschreitet dieser den für die Anlagentypologie festgesetzte Schwellenwert von 0% und hat Anrecht auf den Hocheffizienz-Bonustarif und klarerweise auf den Basis-Fördertarif.

Die restliche Virtuelle Maschine, die nicht in hocheffizienten Modus läuft, hat dieses Anrecht natürlich nicht, und kann nur mit dem normalen Basis-Fördertarif entlohnt werden.

### 3.2.3 Zusätzliche Förderungen

Die Autonome Provinz Bozen – Südtirol vergibt für Projekte, welche mit erneuerbaren Energiequellen betrieben werden, eine Förderung auf die Investitionskosten in einem Höchstmaß von 30%.<sup>244</sup>

Allerdings schließt das staatliche Förderprogramm eine zusätzliche Förderung über den vom Staat ausgeschütteten Tarif aus. Dies gilt allerdings nur für die Teile der Anlage, die effektiv auch vom Staat als gefördert betrachtet werden.

Diese sind im Ministerialdekret definiert als die Gesamtheit aller Anlagen zur Lagerung, Behandlung und Umwandlung des Brennstoffs (auch die Vergaser, falls vorhanden), der Dampferzeuger, der Brennöfen, der Roste und Generatoreinheiten (Motor-Wechselstromgenerator), der Kondensatoren, der Rauchgasnachbehandlungsanlage, des Kamins und wenn angewandt, die Anlagen zum Einbringen und Ableiten von Kühlwasser und Kühltürme.<sup>245</sup>

Mit einbegriffen sind auch die Bauten, die eine direkte Nutzung oder Behandlung der erneuerbaren Energiequelle und die daraus folgende Umwandlung in elektrischer Energie ermöglichen.<sup>245</sup>

### 3.2.4 Timeline Förderungen

Die Bürokratie nimmt im italienischen Staat die gewohnte Stellung ein und daher hat das Genehmigungsverfahren eine gewisse Vorlaufzeit und das Verfahren eine gewisse Komplexität.

Für das Verfahren der Einschreibung ins Register besteht das Verfahren aus drei Teilen<sup>246</sup>.

Der Erste Teil ist der Teil der Register und besteht aus vier Ereignissen:

1. die Publikation der Ausschreibung (30 Tage),
2. die Öffnung der Register (60 Tage),
3. die Schließung der Register (innerhalb 60 Tage) und
4. die Publikation des Rankings.

Der Zweite Teil ist der Teil in dem die Anlage realisiert werden soll. Dieser dauert von dem Zeitpunkt der Publikation des Rankings bis zum Zeitpunkt der ersten Inbetriebnahme und soll

<sup>243</sup> vgl. MINISTERIALDEKRET (2011), S. 52 - 90

<sup>244</sup> vgl. BESCHLUSS (2012) Art. 5

<sup>245</sup> vgl. MINISTERIALDEKRET (2012), S. 44 und S. 83

<sup>246</sup> vgl. GSE – GESTORE DEI SERVIZI ELETTRICI (2012), S. 1-17

Höchstens 22 Monate dauern. Die Frist kann zwar um 12 Monate verlängert werden, allerdings kostet jedes Monat um das die Frist verschoben wird, 0,5% des Fördertarifs.<sup>246</sup>

Falls diese verlängerte Frist trotzdem nicht eingehalten werden kann, verfällt der Anspruch auf die Förderung.<sup>246</sup>

Falls der Anspruch auf die Förderung verfallen ist, kann ein weiteres Mal eine Einschreibung ins Register beantragt werden, allerdings werden in diesem Fall die Fördertarife um 15% reduziert.<sup>246</sup>

Der Dritte Teil erstreckt sich von der ersten Inbetriebnahme (höchstwahrscheinlich in form der Abnahme), bis zur kommerziellen Inbetriebnahme und sieht in dessen Ablauf drei Ereignisse vor:<sup>246</sup>

1. die erste Inbetriebnahme (30 Tage),
2. den Antrag auf Zugriff zur Förderung (90 Tage) und
3. die kommerzielle Inbetriebnahme.

Die Zeitspanne von der ersten bis zur kommerziellen Inbetriebnahme kann sich auf bis zu 18 Monate erstrecken. Ab der kommerziellen Inbetriebnahme werden die Fördergelder ausgeschüttet.<sup>246</sup>

Falls die Anlage vom direkten Zugriff nutzen kann (siehe Kapitel 3.2.2.2, Seite 103) und also eine Einschreibung ins Register nicht nötig ist, fallen die ersten zwei Teile der Prozedur weg und es bleibt somit nur der dritte Teil über.<sup>246</sup>

Die graphische Darstellung des Genehmigungsprozesses für die staatliche Förderung ist in nachstehender Abbildung verbildlicht.

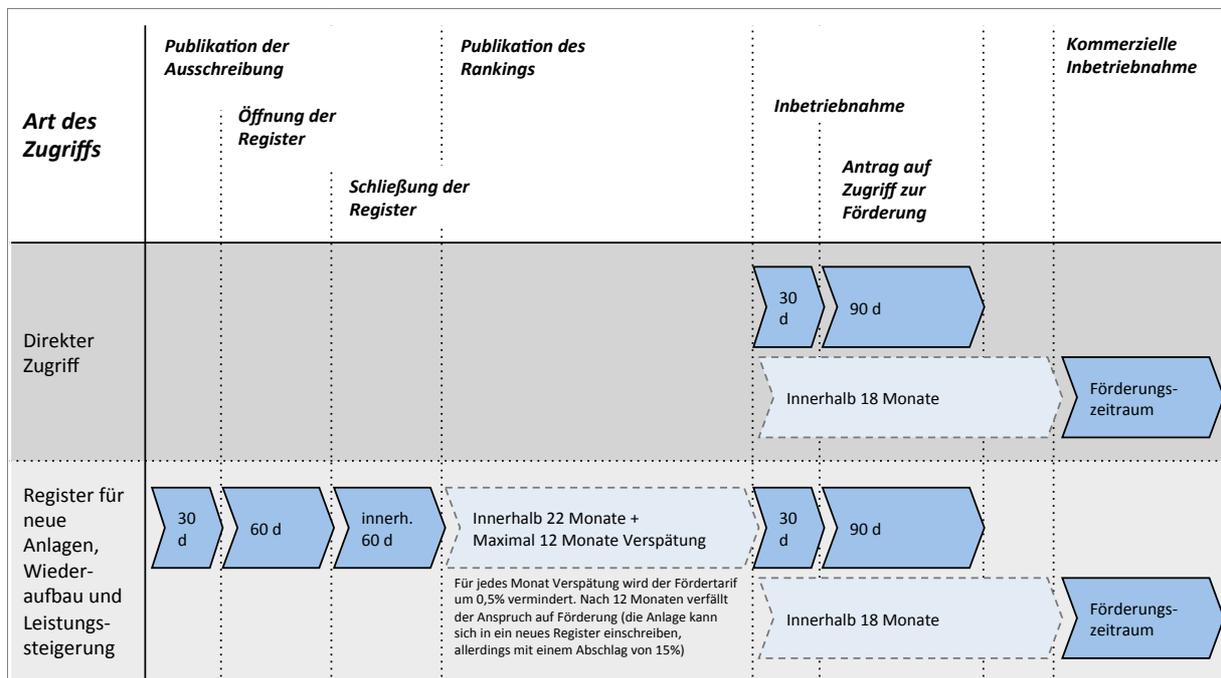


Abbildung 45: Grafische Darstellung des zeitlichen Ablaufs für das Genehmigungsverfahren für die Förderungen<sup>247</sup>

<sup>247</sup> GSE – GESTORE DEI SERVIZI ELETTRICI (2012), S. 7

### 3.2.5 Timeline Gesamtprozess

Um auch den restlichen Prozess um das Genehmigungsverfahren zeitlich einschätzen zu können, soll auch für das restliche Genehmigungsverfahren eine Grafik für das Prozedere für das Ansuchen erstellt werden. Folgende Abbildung soll dieses Verfahren darstellen.

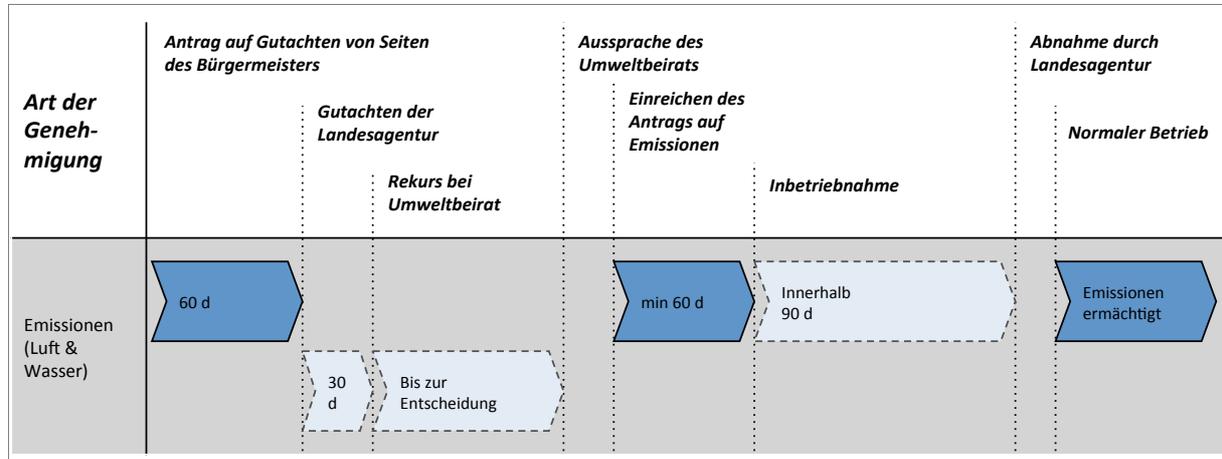


Abbildung 46: Grafische Darstellung des Zeitlichen Ablaufs für das allgemeine Genehmigungsverfahren

Es soll beachtet werden, dass zum Ansuchen der Förderungen eine Baugenehmigung vorhanden sein muss. Dafür braucht der Beantragende davor allerdings eine Emissionsgenehmigung, ohne welche eine Baugenehmigung gar nicht erteilt werden kann. Diese Emissionsgenehmigung muss in Südtirol vom Bürgermeister der Gemeinde beantragt werden, wo die Anlage errichtet werden soll.<sup>248</sup>

Daher muss das Genehmigungsverfahren für die Förderungen in dem Zeitraum geschehen, nachdem sich der Umweltbeirat ausgesprochen hat und der Bürgermeister die Baugenehmigung erteilt hat, aber klarerweise vor der Inbetriebnahme.

<sup>248</sup> vgl. LANDESGESETZ (1997)

### 3.3 Wirtschaftlichkeitsrechnung

Die Wirtschaftlichkeitsrechnung soll nach dem Prinzip des Cash-Flows erstellt werden. Das Thema wird in Kapitel 2.2.1 (Seite 22) behandelt.

Um eine Wirtschaftlichkeitsrechnung zu erstellen, bedarf es neben den bereits erforschten Bedingungen auch einiger weiterer Kostenpunkte, die u.a. spezifisch für den italienischen Markt zutreffen.

Die Wirtschaftlichkeitsrechnung mit Rücksicht auf die VDI 2067<sup>249</sup> erstellt werden. Diese Norm behandelt die „Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen“ und gilt seit Jahren als Referenz für solche wirtschaftlichen Betrachtungen.

#### 3.3.1 Technische Randbedingungen

Es folgt nun eine Auflistung der technischen Daten der Anlage, um einen Überblick über die grundlegenden Rahmenbedingungen zu schaffen, die für die Erstellung des Cash-Flows herangezogen wurden.

<b>Parameter</b>	<b>Einheit</b>	<b>Wert</b>
Elektrische Nennleistung	kW <sub>el</sub>	250
Elektrischer Wirkungsgrad (ohne Eigenverbrauch)	-	27%
Thermische Nennleistung	kW <sub>th</sub>	435
Thermischer Wirkungsgrad	-	47%
Gesamtnutzungsgrad	-	74%
Volllaststunden	h/a	7.000
Elektrischer Eigenbedarf der Anlage	-	5%
Nötige Brennstoffenergie	MWh/a	6.481
Biomassebedarf	m <sup>3</sup> FS/a	7.936
Aschegehalt des Brennstoffs	-	1%
Personalbedarf für den Betrieb	h/a	150
Personalbedarf für Verwaltung	h/a	20

Tabelle 25: Technische Randbedingungen der betrachteten Anlage

#### 3.3.2 Ausgaben

Bevor eine Gesamtübersicht aller Einnahmen und Ausgaben gegeben werden kann, die dann in den Cashflow zusammenfließen, sollen noch alle Randbedingungen Annahmen für die Wirtschaftlichkeitsrechnung angesprochen werden.

Für die Ausgaben sollen folgende Punkte berücksichtigt werden.

##### 3.3.2.1 Investitionskosten

Die Spezifischen Investitionskosten der Anlage für einen Betreiber entsprechen dem betriebsinternen Verkaufspreis. Dieser wurde mit 4.900 €/kW<sub>el</sub> festgesetzt und entspricht daher bei der Anlagengröße von 250 kW<sub>el</sub> einer Investition für das KWK-Modul von 1.225.000 €.

<sup>249</sup> VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (2000)

Alle weiteren Investitionskosten wurden aufgrund bestehender betriebsinterner Erfahrung der KWB geschätzt.

Die Investitionskosten wurden wie folglich aufgelistet angenommen.

<b>Kostenpunkt</b>	<b>Einheit</b>	<b>Wert</b>
KWK-Modul	€	1.225.000
Planung	€	15.000
Genehmigungsverfahren	€	10.000
Projektmanagement	€	10.000
Bauliche Maßnahmen	€	160.000
Infrastrukturanschlüsse	€	40.000
Anbindung an das FW-Netz	€	25.000
Optionen auf die Anlage (Siebung, Trocknung, Notstrombetrieb...)	€	105.000
<b>Summe</b>	<b>€</b>	<b>1.590.000</b>

Tabelle 26: Wirtschaftliche Randbedingungen der betrachteten Anlage, Investitionskosten

### 3.3.2.2 Betriebskosten

Die Ausgaben für den effektiven Betrieb der Anlage, für die eben die Kosten für die Investition aufgeschlüsselt wurden, werden in den folgenden Kapiteln erläutert.

#### 3.3.2.2.1 Personalkosten

Der große Vorteil, den der Cleanstgas-Holzgaserezeuger bietet, ist der wenige Personalaufwand, der zum betreiben der Anlage benötigt wird. Für den direkten Betrieb wird daher nur ein einziger Kostenfaktor angeführt, der als Personalbedarf Betrieb gekennzeichnet wird. Dieser setzt sich aus 50 h/a zusammen, die mit einem Preis von 30 €/h kalkuliert werden. Das ergibt einen Kostenfaktor von 1.500 €/a.

#### 3.3.2.2.2 Brennstoffpreis

Der Preis des Holzes ist grundlegende Information, da die Verfügbarkeit Holz ja die Grundlage für den Betrieb der Anlage ist und der Preis einen signifikanten Punkt der Wirtschaftlichkeitsrechnung ausmacht.

Der Verein AIEL (Associazione Italiana Energie Agroforestali, ein landesweiter Verein zur Förderung der Nutzung land- und forstwirtschaftlicher Energiequellen), kümmert sich unter anderem darum, den Preis von verschiedenen hölzernen Energieträgern zu beobachten und diese Statistiken zu publizieren. Dies geschieht in Form einer Zeitschrift, die quartalsmäßig veröffentlicht wird. Somit haben die Hersteller von diesen Energieträgern eine Ahnung, wie teuer sie das eigene Produkt vertreiben können und der Markt ist somit zugleich beobachtet und weniger fluktuierend.

Grundsätzlich muss bei Hackschnitzel in zwei Qualitätskategorien unterschieden werden: Kategorie A und Kategorie B. Tabelle 27 zeigt die Unterschiede der Zwei Kategorien bei Hackschnitzel.

<b>Kategorie</b>	<b>A (gute Qualität)</b>	<b>B (schlechte Qualität)</b>
Wassergehalt	niedrig	hoch
Grünanteil	niedrig	hoch
Form	scharfkantig	„zerbreit“
Feinanteil	niedrig	hoch

Tabelle 27: Qualitätsmerkmale der Hackgutkategorien<sup>250</sup>

Mit dieser Unterscheidung und weiteren Unterscheidungsmerkmalen betreffend Wassergehalt, Herkunft und Holzart, werden für den Italienischen Markt im September 2013 in der Zeitschrift „Agriforenergy“ folgende Preise publiziert.

<b>Rohstoff</b>	<b>Feuchtigkeit (W)</b>	<b>Qualitäts- klasse</b>	<b>Preis ohne Transport</b>	
			[€/MWh]	[€/t]
<b>Waldhackgut</b>				
Stämme ohne Äste von Laub- und Nadelbäumen	10	A1 plus	33	149
	25	A1	31	115
	35	A2	28	87
Baumspitzen mit Ästen (Reisig) von Laub- und Nadelbäumen, Grünpflege	50	B	23	51
<b>Hackschnitzel aus der Holzindustrie</b>				
Unterprodukt der Holzindustrie (Sägewerke)	45	B	27	59
<b>Hackschnitzel aus der Landwirtschaft (Schnittgut)</b>				
Schnitt Weinrebe	25	-	19	70
Schnitt Ölbaum	25	-	13	49

Tabelle 28: Preise des Hackschnitzels auf dem italienischen Markt (Stand September 2013)<sup>251</sup>

Wird die Preissituation mittelfristig betrachtet, kann folgende Preisgestaltung des Marktes beobachtet werden. Quelle ist die gleiche Publikation, welche für die aktuellen Preise des Hackguts hergenommen wurde.

<sup>250</sup> vgl. BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR WALD UND HOLZWIRTSCHAFT (2013)

<sup>251</sup> vgl. AIEL ASSOCIAZIONE ITALIANA ENERGIE AGROFORESTALI (2013), S. 85

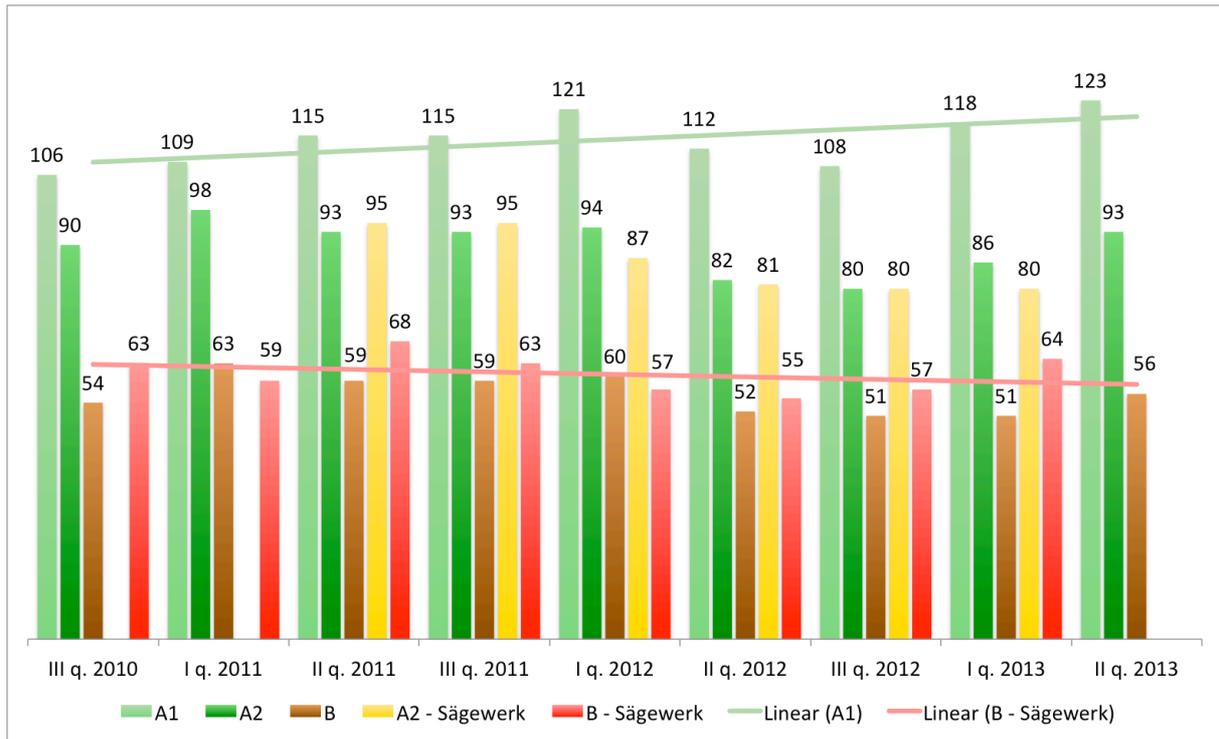


Abbildung 47: Mittelfristige Preisentwicklung des Hackguts und dessen Trend<sup>252</sup>

In der selben Publikation, in welcher Abbildung 47 gefunden wurde, kann ebenfalls eine Abbildung zur langfristigen Erhebung der Preise verschiedener fossiler und erneuerbarer Energieträger entnommen werden. Diese Erhebung wird in der nachstehenden Abbildung dargestellt.

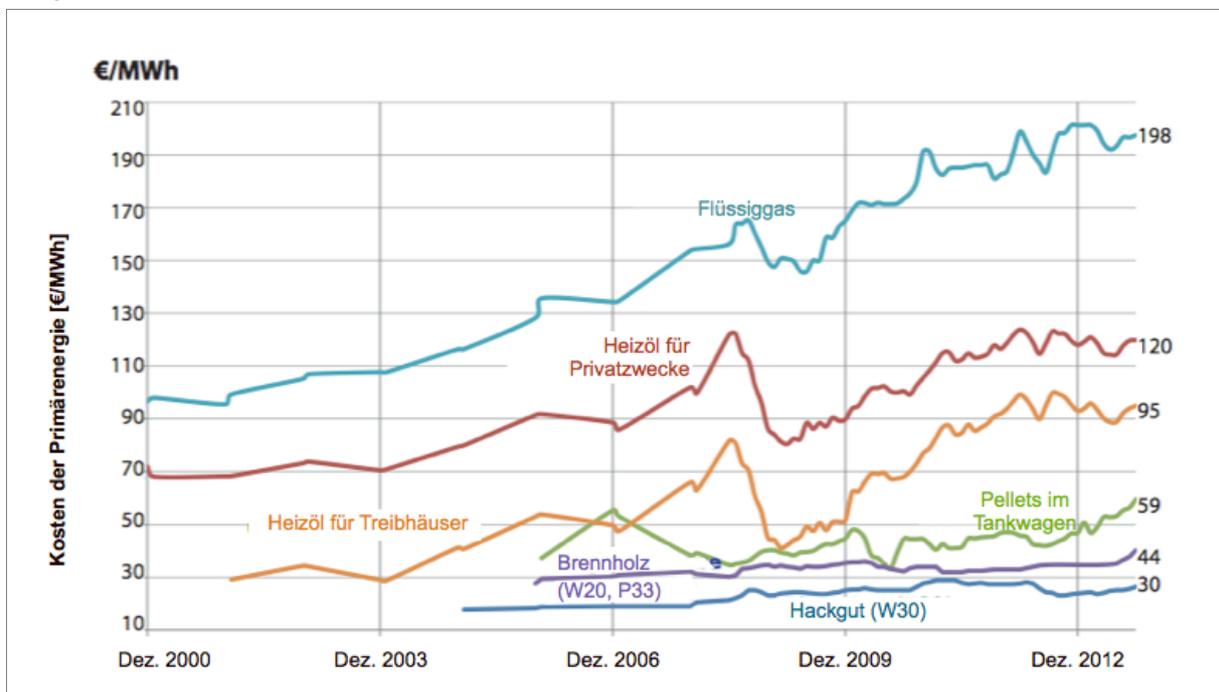


Abbildung 48: Langfristige Preisermittlung verschiedener Primärenergieträger<sup>253</sup>

<sup>252</sup> AIEL ASSOCIAZIONE ITALIANA ENERGIE AGROFORESTALI (2013), S. 84

<sup>253</sup> AIEL ASSOCIAZIONE ITALIANA ENERGIE AGROFORESTALI (2013), S. 83

Es ist erkennbar, dass der Preis von Brennholz und Hackgut nur geringfügig gestiegen ist. Nach einer Rückfrage bei dem technischen Leiter des Vereins, der diese Zeitschrift herausgibt, konnte erfragt werden, dass diese Abbildung die Inflation nicht berücksichtigt. Mit dieser Information kann geschätzt werden, dass der Preis von Hackgut und Stückholz (Brennholz) nahezu konstant geblieben ist, wenn die Inflation eingerechnet wird.

Für die Berechnung der Brennstoffkosten wurde ein Hackgut der Kategorie A1 gewählt, das mit einem Preis von 31 €/MWh einberechnet werden kann. Werden der Verbrauch der Anlage und die Volllaststunden pro Jahr mit dem Preis verknüpft, kann ein Kostenpunkt von 200.926 €/a berechnet werden.

### 3.3.2.2.3 Weitere Betriebsmittel

Unter weiteren Betriebsmitteln zählen Stickstoff, Erdgas (oder Flüssiggas, je nach Verfügbarkeit) und Strom. Die Stromkosten werden hierbei in Strom für den Normalbetrieb und solchen für den An- und Abfahrvorgang unterteilt.

Der Strom für den Normalbetrieb beträgt 5% der produzierten elektrischen Leistung. Wird diese Leistung mit den jährlichen Volllaststunden multipliziert, ergibt das einen Verbrauch von mindestens 87,5 MWh/a. Bei einem solchen Verbrauch würde das einem Einkaufspreis von 0,1345 €/kWh<sub>el</sub><sup>254</sup> entsprechen. Da aber normalerweise ein Betrieb der eine solche Anlage installier einen höheren Verbrauch an eklektischer Energie aufweist, kann der Preis der höheren Verbrauchskategorie (>150 MWh/a) herangezogen werden. Dieser Preis entspricht dann 0,1077 €/kWh<sub>el</sub>.<sup>254</sup>

Die nötige Leistung, multipliziert mit den Betriebsstunden und den erwähnten Einkaufspreis für Strom, ergibt jährliche Kosten für Strom im Normalbetrieb in der Höhe von 9.424 €/a.

Stickstoff Erdgas bzw. Flüssiggas und Strom werden für An- und Abfahrvorgang benötigt und werden gesondert eingerechnet. Ein An- oder Abfahrvorgang soll höchstens 6 Mal im Jahr stattfinden. Somit können durch die benötigten Mengen für einen solchen Vorgang und der marktüblichen Preise folgende Kosten errechnet werden:

- Stickstoff 540 €/a
- Erdgas/Flüssiggas 144 €/a
- Strom 65 €/a

Diese drei Posten und noch andere verschiedene Betriebsmittel, die laufend anfallen, ergeben in Summe einen Betrag in der Höhe von 2.552 €/a.

### 3.3.2.2.4 Instandhaltung

Für die betrachtete Anlage wird angenommen, dass der Betreiber einen Instandhaltungsvertrag beim Unternehmen Cleanstgas abschließt.

Zur Berechnung des Preises für diesen Instandhaltungsvertrag, der zugleich auch ein Kostenpunkt für den Cashflow der betrachteten Anlage darstellt, wurden zwei Quellen herangezogen.

Werden die Formeln aus Kapitel 2.2.4 (Seite 26) mit der Leistung und der Betriebsdauer aufgerechnet und vom Jahr 2011 (Jahr der Herausgabe) auf das aktuelle Jahr aufgezinnt, kann ein Wert für einen Instandhaltungsvertrags des BHKW-Motors von 23.334 €/a ermittelt werden.

---

<sup>254</sup> vgl. FONDAZIONE PER LO SVILUPPO SOSTENIBILE (2013), S. 14

Allerdings sind diese Annahmen nur für einen Biogas-Motor ermittelt worden, was für den mit Holzgas betriebenen Motor einen gewissen Unsicherheitsfaktor darstellt. Zudem wird ein BHKW-Motor der mit Biogas betrieben wird, sehr oft ein- und ausgeschaltet. Dies ist bei der Cleanstgas-Anlage nicht vorgesehen. Daher wurde beschlossen, die berechneten Kosten mit denen aus einem eigenen Wartungsplan zu vergleichen.

Es gibt nun verschiedene Arten von Verträgen zu Instandhaltung, die dem Kunden angeboten werden können. Es wird allerdings von vornherein ausgeschlossen, dass ein Techniker der KWB oder Cleanstgas die Wartung und die gesamte Inspektion übernimmt. Instandsetzungsarbeiten sollen sehr wohl von Technikern der KWB oder Cleanstgas kommen, allerdings sollen diese im Normalfall den Kunden nur ein Mal jährlich besuchen.

Wie die restlichen Wartungs-, Inspektions- und Instandsetzungsarbeiten durchgeführt werden sollen, ist Entscheidung des Betreibers.

Wartungs-, Inspektions- und Instandsetzungsarbeiten sollen also je nach Periodizität unterteilt werden. Was öfter als ein Mal im Jahr erledigt werden muss, soll der Betreiber selbst erledigen. Ob er für das nötige Knowhow betriebsintern sorgt, oder die Arbeiten von einem externen Techniker vor Ort erledigen lässt, sei ihm überlassen.

Arbeiten (Wartung, Inspektion und Instandsetzung) die ein Mal jährlich erledigt werden müssen, sollen von einem Techniker der KWB (bzw. Cleanstgas) erledigt werden und sind also im Instandhaltungsvertrag enthalten.

Was die nötigen Materialien für die Arbeiten betrifft, gibt es verschiedene Varianten, wie diese im Rahmen des Instandhaltungsvertrags berücksichtigt werden. Da von Seiten des Herstellers des BHKW-Motors der Cleanstgas ein Rabatt auf Materialien gegeben wird, soll im Rahmen der Wirtschaftlichkeitsrechnung davon ausgegangen werden, dass der Kunde selbst keine besseren Preise am Markt erzielen werden kann. Daher soll angenommen werden, dass der Vertrag für die Instandhaltung auch alle Materialien umfassen soll, die für Wartung usw. benötigt werden. Falls der Kunde dies explizit wünscht, kann der Vertrag auch so geändert werden, dass Materialien nicht inbegriffen sind.

Die berechneten Kosten für den Instandhaltungsvertrag für den BHKW-Motor belaufen sich nach den Berechnungen demnach auf 19.341 €/a.

Was den Rest der Anlage betrifft, kann auf den Daten der VDI Richtlinie 2067 zurückgegriffen werden. Diese sehen einen Prozentsatz der Investition vor, der die ungefähren jährlichen Instandhaltungskosten ausmacht. Dafür muss aber die Gesamtinvestitionssumme auf die einzelnen Teile der Anlage zugeordnet werden.

Wird diese Prozedur für die Anlagenteile, die von einem Instandhaltungsvertrag betroffen wären, durchgeführt, können folgende Punkte aufgelistet werden.

<b>Instandhaltungsobjekt</b>	<b>Nutzungsdauer nach VDI</b>	<b>Instandhaltung nach VDI</b>	<b>Einheit</b>	<b>Wert</b>
Brennstoffbeschickung	20 a	3,0%	€/a	1.750
Gaserzeugung	20 a	3,0%	€/a	7.000
Gasreinigung	20 a	2,0%	€/a	3.500
Mess- und Regelungstechnik	20 a	3,0%	€/a	3.930
Stahlbau	20 a	1,0%	€/a	1.094
Außenanlage	50 a	1,0%	€/a	1.600
Grabungsarbeiten	45 a	1,0%	€/a	250
Wärmenetz innerbetrieblich	45 a	1,0%	€/a	400
<b>Summe</b>			<b>€/a</b>	<b>25.382</b>

Tabelle 29: Aufstellung der Kosten für den Instandhaltungsvertrag nach VDI 2067<sup>255</sup>

Werden die beiden Beträge für die Instandhaltung des BHKW-Motors und die der restlichen Anlage addiert, so ergibt sich für den Instandhaltungsvertrag ein Kostenpunkt für den Betreiber in der Höhe von 44.724 €/a.

Dazu bleiben dem Betreiber noch 149,9 h/a die er noch aufbringen muss. Für diese Stunden wurde ein Stundensatz von 45 €/h angenommen. Dieser Punkt wird in der Kostenaufstellung als Personalbedarf Wartung aufgelistet und ist mit einem Betrag von 6.746 €/a quantifiziert. Dieser Betrag wird in der folgenden Liste als Punkt für Personalaufwand für Instandhaltung zusammengefasst.

### 3.3.2.2.5 Versicherung und Verwaltung

Die Versicherung für Anlagen solcher Art beträgt üblicherweise 0,28% der Investitionskosten. Dies entspricht einem Betrag von 4.452 €/a.

Für die Verwaltung kann hingegen ein Betrag von 900 €/a berücksichtigt werden. Dieser setzt sich aus einem minimalen Aufwand von 20 h/a um einen kalkulatorischen Stundensatz von 45 €/h zusammen.

### 3.3.2.2.6 Entsorgungskosten Asche

Die Entsorgung von Asche und Abwasser müssen in die Berechnung auch einbezogen werden. Asche wird in Italien als Sondermüll betrachtet und muss daher dementsprechend entsorgt werden. Die Abfallwirtschaft ist sehr penibel und die Entsorgung von Sondermüll ist genau geregelt.

Es wird daher aus Gesprächen mit verschiedenen Anlagenbetreibern und Technikern ein Entsorgungspreis für die Asche von 0,20 €/kg angenommen.

Mit dieser Annahme und einer anfallenden Menge an Asche von 1,5% vom Brennstoffgewicht kann ein Betrag von 5.739 €/a berechnet werden.

### 3.3.2.2.7 Entsorgungskosten Wasser

Die Entsorgungskosten für das im Vergasungsprozess entstehende Wasser wird mit 60 €/m<sup>3</sup> angenommen. Mit dieser Annahme und der Quantifizierung der über das Jahr anfallende Wasser und des für den Prozess wieder eingebrachte Wasser, das nicht entsorgt werden muss, kann ein Kostenpunkt von 1.680 €/a mit einberechnet werden.

<sup>255</sup> vgl. KOMMUNALKREDIT PUBLIC CONSULTING (2014), nach VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (2000)

### 3.3.2.2.8 Ascheuntersuchung, usw.

Prozesse wie die periodische Untersuchung der Asche oder die Anschaffungskosten eines Einsatzstofftagebuchs können pauschal mit 400 €/a in die Berechnung einbezogen werden.

### 3.3.2.2.9 Übersicht

Die angenommenen und vorher beschriebenen Betriebskosten werden in folgender Tabelle zur Übersicht nochmals aufgelistet.

<b>Kostenpunkt</b>	<b>Einheit</b>	<b>Wert</b>
<b>Personalkosten</b>		
Personal Betrieb	€/a	1.500
Personal Wartung und Instandhaltung	€/a	6.746
<b>Betriebsmittel</b>		
Brennstoffkosten Biomasse	€/a	200.926
Strom (Eigenverbrauch)	€/a	9.424
Betriebsmittel	€/a	2.552
<b>Wartung</b>		
Instandhaltung BHKW	€/a	19.341
Instandhaltung Anlage	€/a	25.382
<b>Versicherung und Verwaltung</b>		
Versicherung (0,28% der Investitionskosten)	€/a	4.452
Verwaltungsaufwand	€/a	900
<b>Sonstiges</b>		
Entsorgungskosten Asche	€/a	5.739
Entsorgungskosten Wasser	€/a	1.680
Ascheuntersuchung, usw.	€/a	400
<b>Summe</b>	<b>€/a</b>	<b>279.038</b>

Tabelle 30: Wirtschaftliche Randbedingungen der betrachteten Anlage, Betriebskosten

## 3.3.3 Einnahmen

Auch die Einnahmen, die der Betrieb einer solchen Anlage einspielt, sollen kurz angesprochen werden. Es soll auch erklärt werden, warum diese Einnahmen in der dazugehörigen Quelle, in der entsprechenden Höhen eingerechnet wurden.

### 3.3.3.1 Einnahmen Strom (Fördertarif)

Die Einnahmen für den Strom sind durch den staatlichen Fördertarif festgelegt. Dieser Strom wird direkt von der Förderinstitution abgenommen und von dessen Seite auch entlohnt. Der Tarif ist Fix und wird so berechnet, wie es in Kapitel 3.2.2: Analyse der staatlichen Förderlandschaft (Seite 102) beschrieben wird.

Aus den Betrachtungen ergibt sich - für die 250 kW<sub>el</sub> Anlage - ein Teil der „virtuellen“ Maschine (245 kW<sub>el</sub>) die im hocheffizienten Betrieb läuft. Dieser folglich mit dem Basis-Tarif von 0,2470 €/kWh<sub>el</sub> und zusätzlich der Hocheffizienz-Prämie in der Höhe von 0,04 €/kWh<sub>el</sub>

entlohnt. Der Rest der „virtuellen“ Maschine (5 kW<sub>el</sub>) wird nur mit den Basis-Tarif von 0,2470 €/kWh<sub>el</sub> entlohnt.

Werden alle Daten miteinander verknüpft, kann durchschnittlich für den Verkauf von Ökostrom ein Preis von 0,286 €/kWh<sub>el</sub> berechnet werden und somit eine Einnahmequelle von 500.792 €/a kalkuliert werden.

### 3.3.3.2 Einnahmen Wärme

Die Einnahmen aus dem Verkauf der Wärme können laut Erfahrungswerten bei 0,035 €/kWh<sub>th</sub> angenommen werden. Wenn vor Augen gehalten wird, dass der Markteintritt bei einem Südtiroler Fernheizwerk passieren soll, kann davon ausgegangen werden, dass dieser die nötige Feuerungswärmeleistung für den Betrieb seines Fernheizwerks bereits installiert und für den Einsatz bereit hat. Die Cleanstgas Holzvergasungsanlage wäre nur eine Möglichkeit, aus dem vorhandenen Bedarf an Wärme auch noch zusätzlich Strom zu gewinnen. Daher kann der Preis für den Verkauf von Wärme nur so hoch sein, wie die Herstellungskosten der Wärme durch konventionelle Technologie (in diesem Fall, Verbrennung von Biomasse). Diese belaufen sich eben erfahrungsgemäß in der genannten Größenordnung.

Somit kann für den Verkauf von Wärme eine Einnahme in der Höhe von 106.620 €/a mit einbezogen werden.

### 3.3.3.3 Einnahme zusätzliche Förderung

Der Fördersatz von Seiten der Autonomen Provinz Bozen – Südtirol soll 30% betragen und die Ausschüttung einmalig im dritten Betriebsjahr erfolgen (lt. Erfahrungswert). Die einmalige Förderung auf die Investitionskosten kann allerdings nur auf solche Kosten gegeben werden, die nicht anderweitig auch schon von der öffentlichen Hand unterstützt werden (siehe Kapitel 3.2.3, Seite 109).

D.h. Kosten für Planung, Projektmanagement, Infrastrukturanschlüsse und die Anbindung an das FW-Netz werden mit diesem Zuschuss gefördert. Für die Baulichen Maßnahmen trifft das nur zu, wenn das Gebäude das errichtet wird, nicht ausschließlich zur Unterbringung der Holzvergasungsanlage und dessen Brennstoffbeschickung dient.

Dies entspricht dann einer Förderung in der Höhe von 42.150 €.

### 3.3.3.4 Übersicht

Folgende Tabelle soll einen kurzen Überblick über die Einnahmequellen geben.

<b>Einnahmepunkt</b>	<b>Einheit</b>	<b>Wert</b>
Umsatzerlöse Strom (Fördertarif)	€/a	500.792
Umsatzerlöse Wärme	€/a	106.620
<b>Summe</b>	<b>€/a</b>	<b>607.412</b>

Tabelle 31: Wirtschaftliche Randbedingungen der betrachteten Anlage, Einnahmen

Dazu kommt der einmalige Zuschuss auf die Investitionskosten in der Höhe von 42.150 € die wie bereits erwähnt im dritten Betriebsjahr von der öffentlichen Hand an den Antragsteller ausgeschüttet werden sollen.

### 3.3.4 Inflation und Preissteigerungen

Um die Berechnung realistischer zu gestalten, sollen neben der Inflation auch noch verschiedene andere Preissteigerungen festgesetzt werden.

Es handelt sich dabei allerdings um Annahmen, die sehr schwer vorausgesagt werden können. Daher kann nur eine grobe Schätzung festgelegt werden, die jedes Jahr korrigiert werden müsste.

#### 3.3.4.1 Allgemeine Inflation

Die allgemeine Inflation, also die Entwertung (bzw. die Minderung der Kaufkraft) des Geldes wurde über 20 Jahre konstant bei 2,5% angenommen.

#### 3.3.4.2 Biomasse

Trotz der Erkenntnisse aus Kapitel 3.3.2.2.2 (siehe Seite 113) soll in der Berechnung eine Preissteigerung berücksichtigt werden, da der Markt national zwar noch nicht vollständig entwickelt ist, das aber lokal möglicherweise über die Laufzeit sich schon so entwickeln kann. Dann würde sich aus dem Spiel zwischen Angebot und Nachfrage möglicherweise eine Preissteigerung ergeben, die über der allgemeinen Inflation liegt. Diese Preissteigerung wird aus dem österreichischen Markt herangezogen und wird mit jährlich 3,5% angenommen. Somit ist die Berechnung auf der sicheren Seite.

#### 3.3.4.3 Strom Einkauf

Die Strompreise ändern sich bekanntlich nicht gleich der Inflation, sondern diese unterliegen anderen Mechanismen.

Die nächste Abbildung zeigt die Entwicklung vom österreichischen Strompreisindex über den letzten 10 Jahren.

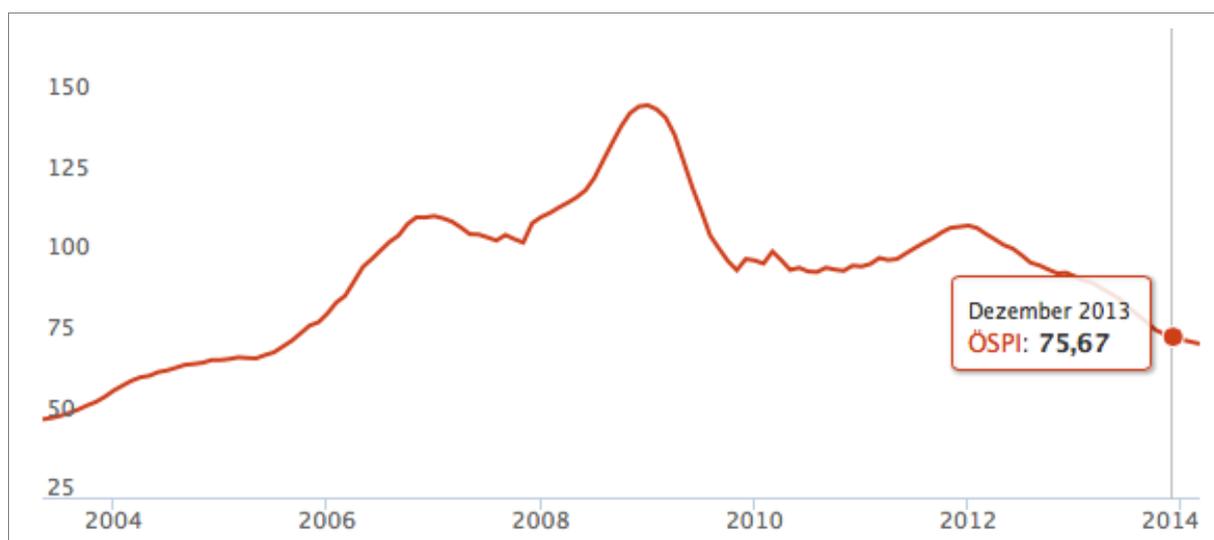


Abbildung 49: Entwicklung des österreichischen Strompreisindex<sup>256</sup>

<sup>256</sup> ÖSTERREICHISCHE ENERGIEAGENTUR (2013)

Um einen Vergleich mit dem europäischen Raum zu machen und einen Rückschluss auf die italienische Marktsituation zu ziehen, zeigt die nachstehende Abbildung die Entwicklung der Strompreise auf verschiedenen angrenzenden europäischen Märkten.

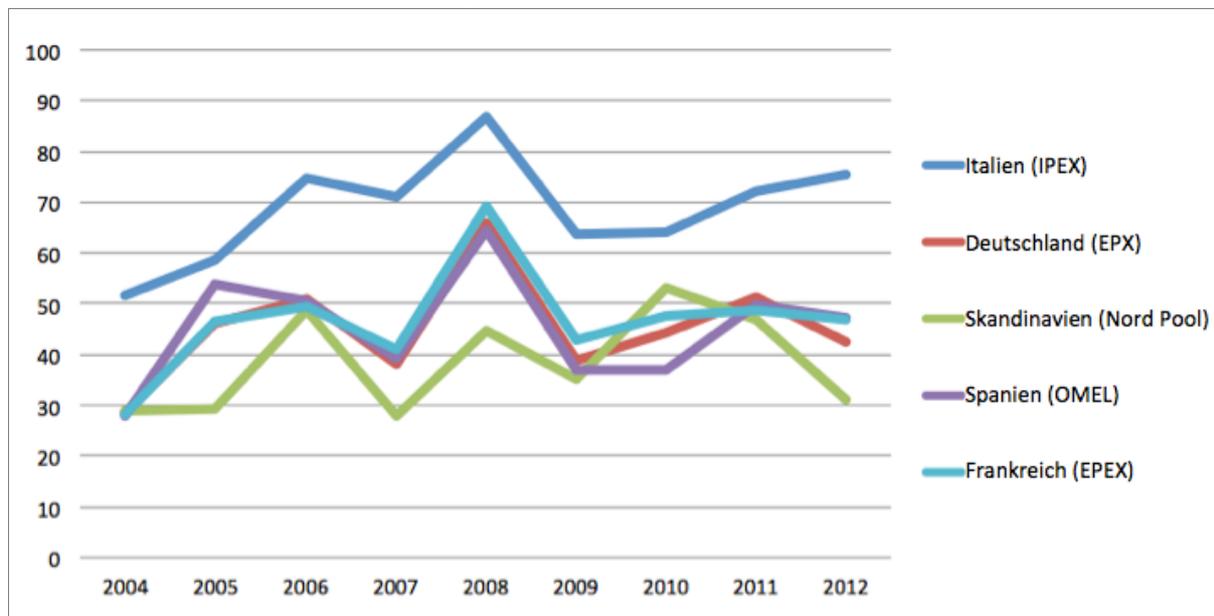


Abbildung 50: Entwicklung der Strompreise auf verschiedenen europäischen Strombörsen<sup>257</sup>

Wird die österreichische Entwicklung mit anderen Europäischen Regionen verglichen (Abbildung 49 und Abbildung 50), ist ersichtlich, dass fast alle betrachteten Märkte die gleichen Schwankungen durchgemacht haben. Daher kann für den italienischen Strommarkt der gleiche Wert für die Preissteigerung hergenommen werden, wie sie für den österreichischen Markt angenommen wird. Diese Preissteigerung beträgt 4,1% und scheint recht plausibel, wenn der langfristige Trend berücksichtigt wird.

#### 3.3.4.4 Strom Verkauf

Für die Preissteigerung des Stromes im Verkauf gelten die selben Überlegungen wie für den Strom im Einkauf, allerdings hat dieser Wert keinen Einfluss, da der verkaufte Strom über den Fördertarif entlohnt wird und somit die Preissteigerung keinen Einfluss darauf hat und erst recht nicht zum Einsatz kommt.

#### 3.3.4.5 Wärme

Für die Wärme soll aus der Erfahrung der KWB, die seit Jahren Biomasseheizungen in verschiedener Größe produziert, ein Wert von jährlich 3,5% angenommen werden.

<sup>257</sup> FONDAZIONE PER LO SVILUPPO SOSTENIBILE (2013), S. 19

### 3.3.4.6 Übersicht

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die angenommene allgemeine Inflation und alle anderen Preissteigerungen, die im Rahmen der Wirtschaftlichkeitsrechnung angenommen wurden.

<b>Parameter</b>	<b>Einheit</b>	<b>Wert</b>
Allgemeine Inflation	-	2,5%
Biomasse	-	3,5%
Strom Einkauf	-	4,1%
Strom Verkauf	-	4,1%
Wärme	-	3,5%

Tabelle 32: Wirtschaftliche Randbedingungen der betrachteten Anlage, Inflation & Preissteigerungen

### 3.3.5 Finanzierung und Finanzierungsplan

Für eine etwaige Finanzierung durch ein Kreditinstitut wurden folgende Rahmenbedingungen für einen Kredit angenommen.

<i>Parameter</i>	<i>Einheit</i>	<i>Wert</i>
Laufzeit	a	20
Eigenkapitalzins	-	8%
Fremdkapitalzins	-	5%

Tabelle 33: Wirtschaftliche Randbedingungen der betrachteten Anlage, Finanzierung allgemein

Für das exemplarische Beispiel, das bisher beschrieben wurde und dessen Aufstellung des Cash Flows noch folgen wird, wurde eine komplette Finanzierung des Investitionskapitals durch Fremdkapital angenommen.

Folgende Tabelle soll einen Überblick über die dafür gewählten Parameter geben und auch über die daraus folgenden Zinssätze: der Mischzinssatz und der Realzinssatz.

<i>Parameter</i>	<i>Einheit</i>	<i>Wert</i>
Eigenkapitalanteil	-	0%
Fremdkapitalanteil	-	100%
Mischzinssatz	-	5%
Realzinssatz	-	2,44%

Tabelle 34: Wirtschaftliche Randbedingungen der betrachteten Anlage, Finanzierung

Das Darlehen, das angenommen wird, soll die Form eines Annuitätendarlehens haben. D.h. Die Raten sind immer gleich hoch und setzen sich zu unterschiedlichem Teil aus Zinsen und Tilgung zusammen.

### 3.3.6 Übersicht

Es folgen nun zwei Tabellen, die den Cash Flow der betrachteten Anlage über 20 Jahren darstellt. Alle Randbedingungen, Annahmen, und Preissteigerungen wurden berücksichtigt.

Jahr	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Periode	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Einnahmen</b>											
Umsatzerl. Strom + Förd.	0 €	500.792 €	500.792 €	500.792 €	500.792 €	500.792 €	500.792 €	500.792 €	500.792 €	500.792 €	500.792 €
Umsatzerlöse Wärme	0 €	106.620 €	110.352 €	114.214 €	118.212 €	122.349 €	126.632 €	131.064 €	135.651 €	140.399 €	145.313 €
Förd. auf die Investition	0 €	0 €	0 €	75.000 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
<b>Summe Einnahmen</b>	0 €	607.412 €	611.144 €	690.006 €	619.004 €	623.141 €	627.423 €	631.855 €	636.443 €	641.190 €	646.104 €
<b>Ausgaben</b>											
Personal Betrieb	0 €	-1.500 €	-1.538 €	-1.576 €	-1.615 €	-1.656 €	-1.697 €	-1.740 €	-1.783 €	-1.828 €	-1.873 €
Personal Wartung	0 €	-6.746 €	-6.915 €	-7.088 €	-7.265 €	-7.447 €	-7.633 €	-7.824 €	-8.019 €	-8.220 €	-8.425 €
Brennstoffkosten Biomasse	0 €	-200.922 €	-207.954 €	-215.232 €	-222.766 €	-230.562 €	-238.632 €	-246.984 €	-255.629 €	-264.576 €	-273.836 €
Stromkosten	0 €	-9.424 €	-9.810 €	-10.212 €	-10.631 €	-11.067 €	-11.521 €	-11.993 €	-12.485 €	-12.997 €	-13.529 €
Betriebsmittel	0 €	-2.552 €	-2.616 €	-2.681 €	-2.748 €	-2.817 €	-2.887 €	-2.960 €	-3.034 €	-3.109 €	-3.187 €
Instandhaltung BHKW	0 €	-19.341 €	-19.825 €	-20.320 €	-20.828 €	-21.349 €	-21.883 €	-22.430 €	-22.991 €	-23.565 €	-24.155 €
Instandhaltung Anlage	0 €	-25.382 €	-26.017 €	-26.667 €	-27.334 €	-28.018 €	-28.718 €	-29.436 €	-30.172 €	-30.926 €	-31.699 €
Versicherung	0 €	-4.452 €	-4.563 €	-4.677 €	-4.794 €	-4.914 €	-5.037 €	-5.163 €	-5.292 €	-5.424 €	-5.560 €
Verwaltung	0 €	-900 €	-923 €	-946 €	-969 €	-993 €	-1.018 €	-1.044 €	-1.070 €	-1.097 €	-1.124 €
Entsorgungskosten Asche	0 €	-5.739 €	-5.882 €	-6.029 €	-6.180 €	-6.335 €	-6.493 €	-6.655 €	-6.822 €	-6.992 €	-7.167 €
Entsorgungskosten Wasser	0 €	-1.680 €	-1.722 €	-1.765 €	-1.809 €	-1.854 €	-1.901 €	-1.948 €	-1.997 €	-2.047 €	-2.098 €
Sonstiges	0 €	-400 €	-410 €	-420 €	-431 €	-442 €	-453 €	-464 €	-475 €	-487 €	-500 €
Kreditzinsen	0 €	-79.500 €	-77.096 €	-74.571 €	-71.920 €	-69.137 €	-66.215 €	-63.146 €	-59.924 €	-56.541 €	-52.989 €
<b>Summe Ausgaben</b>	0 €	-358.538 €	-365.270 €	-372.186 €	-379.292 €	-386.591 €	-394.087 €	-401.786 €	-409.692 €	-417.809 €	-426.142 €
<b>CF operativen Bereich</b>	0 €	<b>248.874 €</b>	<b>245.874 €</b>	<b>317.820 €</b>	<b>239.712 €</b>	<b>236.550 €</b>	<b>233.336 €</b>	<b>230.069 €</b>	<b>226.751 €</b>	<b>223.381 €</b>	<b>219.962 €</b>
Investition Anlagevermögen	-1.590.000 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
<b>CF Investitionsbereich</b>	<b>-1.590.000 €</b>	<b>0 €</b>	<b>0 €</b>	<b>0 €</b>	<b>0 €</b>	<b>0 €</b>	<b>0 €</b>	<b>0 €</b>	<b>0 €</b>	<b>0 €</b>	<b>0 €</b>
Kreditaufnahme	1.590.000 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	1.590.000 €
Kredittilgung	0 €	-48.086 €	-50.490 €	-53.014 €	-55.665 €	-58.448 €	-61.371 €	-64.439 €	-67.661 €	-71.044 €	0 €
<b>CF Finanzbereich</b>	<b>1.590.000 €</b>	<b>-48.086 €</b>	<b>-50.490 €</b>	<b>-53.014 €</b>	<b>-55.665 €</b>	<b>-58.448 €</b>	<b>-61.371 €</b>	<b>-64.439 €</b>	<b>-67.661 €</b>	<b>-71.044 €</b>	<b>1.590.000 €</b>
<b>Cash Flow</b>	<b>0 €</b>	<b>200.788 €</b>	<b>195.384 €</b>	<b>264.805 €</b>	<b>184.047 €</b>	<b>178.102 €</b>	<b>171.965 €</b>	<b>165.630 €</b>	<b>159.089 €</b>	<b>152.337 €</b>	<b>145.365 €</b>
kumulierter Cash Flow	0 €	200.788 €	396.172 €	660.977 €	845.023 €	1.023.125 €	1.195.091 €	1.360.720 €	1.519.810 €	1.672.147 €	1.817.512 €

Tabelle 35: Cash Flow der betrachteten Anlage, Teil 1/2

Jahr	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
Periode	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>Einnahmen</b>										
Umsatzerl. Strom + Förd.	500.792 €	500.792 €	500.792 €	500.792 €	500.792 €	500.792 €	500.792 €	500.792 €	500.792 €	500.792 €
Umsatzerlöse Wärme	150.399 €	155.663 €	161.111 €	166.750 €	172.586 €	178.626 €	184.878 €	191.349 €	198.046 €	204.978 €
Förd. auf die Investition	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
<b>Summe Einnahmen</b>	651.190 €	656.454 €	661.902 €	667.541 €	673.377 €	679.418 €	685.670 €	692.141 €	698.838 €	705.769 €
<b>Ausgaben</b>										
Personal Betrieb	-1.920 €	-1.988 €	-2.017 €	-2.068 €	-2.119 €	-2.172 €	-2.227 €	-2.282 €	-2.339 €	-2.398 €
Personal Wartung	-8.636 €	-8.852 €	-9.073 €	-9.300 €	-9.532 €	-9.771 €	-10.015 €	-10.265 €	-10.522 €	-10.785 €
Brennstoffkosten Biomasse	-283.420 €	-293.340 €	-303.607 €	-314.233 €	-325.231 €	-336.614 €	-348.396 €	-360.589 €	-373.210 €	-386.272 €
Stromkosten	-14.084 €	-14.662 €	-15.263 €	-15.889 €	-16.540 €	-17.218 €	-17.924 €	-18.659 €	-19.424 €	-20.220 €
Betriebsmittel	-3.267 €	-3.349 €	-3.432 €	-3.518 €	-3.606 €	-3.696 €	-3.789 €	-3.883 €	-3.980 €	-4.080 €
Instandhaltung BHKW	-24.758 €	-25.377 €	-26.012 €	-26.662 €	-27.329 €	-28.012 €	-28.712 €	-29.430 €	-30.166 €	-30.920 €
Instandhaltung Anlage	-32.492 €	-33.304 €	-34.137 €	-34.990 €	-35.865 €	-36.761 €	-37.680 €	-38.622 €	-39.588 €	-40.578 €
Versicherung	-5.699 €	-5.841 €	-5.987 €	-6.137 €	-6.291 €	-6.448 €	-6.609 €	-6.774 €	-6.944 €	-7.117 €
Verwaltung	-1.152 €	-1.181 €	-1.210 €	-1.241 €	-1.272 €	-1.303 €	-1.336 €	-1.369 €	-1.404 €	-1.439 €
Entsorgungskosten Asche	-7.346 €	-7.530 €	-7.718 €	-7.911 €	-8.109 €	-8.312 €	-8.519 €	-8.732 €	-8.951 €	-9.174 €
Entsorgungskosten Wasser	-2.151 €	-2.204 €	-2.259 €	-2.316 €	-2.374 €	-2.433 €	-2.494 €	-2.556 €	-2.620 €	-2.686 €
Sonstiges	-512 €	-525 €	-538 €	-551 €	-565 €	-579 €	-594 €	-609 €	-624 €	-639 €
Kreditzinsen	-49.259 €	-45.343 €	-41.231 €	-36.913 €	-32.379 €	-27.619 €	-22.621 €	-17.372 €	-11.862 €	-6.076 €
<b>Summe Ausgaben</b>	-434.696 €	-443.475 €	-452.484 €	-461.728 €	-471.211 €	-480.939 €	-490.915 €	-501.145 €	-511.633 €	-522.384 €
<b>CF operativen Bereich</b>	<b>216.494 €</b>	<b>212.979 €</b>	<b>209.418 €</b>	<b>205.813 €</b>	<b>202.166 €</b>	<b>198.479 €</b>	<b>194.755 €</b>	<b>190.996 €</b>	<b>187.205 €</b>	<b>183.385 €</b>
Investition Anlagevermögen	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
<b>CF Investitionsbereich</b>	<b>0 €</b>	<b>0 €</b>	<b>0 €</b>							
Kreditaufnahme	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
Kredittilgung	-74.597 €	-78.327 €	-82.243 €	-86.355 €	-90.673 €	-95.206 €	-99.967 €	-104.965 €	-110.213 €	-115.724 €
<b>CF Finanzbereich</b>	<b>-74.597 €</b>	<b>-78.327 €</b>	<b>-82.243 €</b>	<b>-86.355 €</b>	<b>-90.673 €</b>	<b>-95.206 €</b>	<b>-99.967 €</b>	<b>-104.965 €</b>	<b>-110.213 €</b>	<b>-115.724 €</b>
<b>Cash Flow</b>	<b>138.168 €</b>	<b>130.736 €</b>	<b>123.063 €</b>	<b>115.140 €</b>	<b>106.960 €</b>	<b>98.512 €</b>	<b>89.790 €</b>	<b>80.782 €</b>	<b>71.481 €</b>	<b>61.875 €</b>
kumulierter Cash Flow	1.955.680 €	2.086.416 €	2.209.479 €	2.324.619 €	2.431.579 €	2.530.092 €	2.619.881 €	2.700.664 €	2.772.144 €	2.834.020 €

Tabelle 36: Cash Flow der betrachteten Anlage, Teil 2/2

### 3.3.6.1 Weitere Kennzahlen

Um die gesamte Analyse nicht so trocken da stehen zu lassen, können verschiedene Parameter und Kennzahlen errechnet werden, die das Szenario Charakterisieren, Diese Werden in Folgender Tabelle zur Übersicht dargestellt.

<i>Parameter</i>	<i>Einheit</i>	<i>Wert</i>
Amortisationsdauer	a	7,88
Interner Zinsfuß	-	13,9%
Kapitalwert (Mischzinssatz)	€	1.927.235
ROI nach 20a (Mischzinssatz)	-	121%
Annuität (Mischzinssatz)	€/a	154.646
Kapitalwert (Realzinssatz)	€	2.323.301
ROI nach 20a (Realzinssatz)	-	146%
Annuität (Realzinssatz)	€/a	148.176

Tabelle 37: Weitere Kennzahlen der betrachteten Anlage (250 kW<sub>el</sub>, 100% Fremdkapitalfinanzierung)

### 3.3.6.2 Vergleich mit einem Finanzprodukt

Falls die Investition mit einem Finanzprodukt verglichen werden soll, das dem Zinseszinsseffekt unterliegt, muss eine gesonderte Betrachtung gemacht werden.

Es sei angenommen, ein Finanzprodukt wiese einen Zins von 8% auf. Wenn eine Inflation von 2,5% auf 20 Jahre mit einberechnet wird, wirft das eben genannte Produkt eigentlich einen Zinssatz von effektiven 6,04% ab.

Wird hingegen die betrachtete Investition untersucht und angenommen die Erbrachten einnahmen würden auch in ein Finanzprodukt investiert, das einen Zinssatz von 6% abwirft, könnte die Investition in eine Holzgaserzeugungsanlage mit einem Finanzprodukt verglichen werden, das einen Zinssatz von 7,97% aufweist.

### 3.3.6.3 Herstellungskosten des Stroms

Eine Interessanter Wert für die Unternehmung sind immer die Herstellkosten des Produkts. Hier können für diese Anlage, je nach Betrachtung, zwei verschiedene Kalkulationsmethoden herangezogen werden. Da es sich um zwei Produkte handelt, die immer in Kombination erstellt werden stellt sich die grundsätzliche Frage, ob es sich bei den beiden Produkten Strom und Wärme um ein Haupt- und ein Nebenprodukt handelt, oder ob es sich um zwei Hauptprodukte handelt. Jedenfalls kann behauptet werden, die beiden Produkte seien Kuppelprodukte, und daher eignet sich die gleichnamige Kalkulationsmethode

Je nach Wahl des Ansatzes, gibt es eine Kalkulationsmethode, die es erlaubt, die Herstellkosten der Produkte zu berechnen.

#### 3.3.6.3.1 Restwertmethode statisch

Falls die Ansicht gewählt wird, Strom als Hauptprodukt und Wärm als Nebenprodukt zu betrachten, kann zur Berechnung der Herstellkosten, die Methode der Kuppelproduktkalkulation gewählt werden.

Genauere Informationen zur Berechnung durch die Methode der Kuppelproduktkalkulation, können aus Kapitel 2.2.3.1 (Seite 25) entnommen werden.

<b>Parameter</b>	<b>Produktionsmenge</b>	<b>Einheit</b>	<b>Wert</b>
Gesamtkosten		€/a	327.124
Nettoerlös Nebenprodukt (Wärme)		€/a	106.620
Zugerechnete Kosten Hauptprodukt (Strom)		€/a	220.504
<b>Herstellkosten Hauptprodukt (Strom)</b>	<b>1.750.000 kWh<sub>el</sub>/a</b>	<b>€/kWh<sub>el</sub></b>	<b>0,126</b>

Tabelle 38: Übersicht Kuppelproduktkalkulation; Strom Hauptprodukt, Wärme Nebenprodukt

Die Herstellkosten für den Strom beziffern sich also laut Kuppelproduktkalkulation auf 0,126 €/kWh<sub>el</sub>.

### 3.3.6.3.2 Verteilungsmethode statisch

Wenn allerdings beide Produkte des Holzgaserzeugers als Hauptprodukte angesehen werden, kann nicht mehr auf die Kuppelproduktkalkulation zurückgegriffen werden. Hier muss die Methode der Marktwertrechnung angewandt werden. Die Theorie dahinter ist in Kapitel 2.2.3.2 (Seite 25) nachzulesen.

Die Gesamtkostenaufstellung kann aus Tabelle 40 (Seite 129) entnommen werden.

<b>Parameter</b>	<b>Produktionsmenge</b>	<b>Einheit</b>	<b>Wert</b>
Marktwert Strom		€/kWh <sub>el</sub>	0,286
Gesamterlös Strom	1.750.000 kWh <sub>el</sub> /a	€/a	500.792
Marktwert Wärme		€/kWh <sub>th</sub>	0,035
Gesamterlös Wärme	3.046.296 kWh <sub>th</sub> /a	€/a	106.602
Gesamterlös total		€/a	607.412
Erlösanteil Wärme		-	82,45%
Zugerechnete Kosten Strom		€/a	269.703
Erlösanteil Wärme		-	17,55%
Zugerechnete Kosten Wärme		€/a	57.421
<b>Herstellkosten Strom</b>	<b>1.750.000 kWh<sub>el</sub>/a</b>	<b>€/kWh<sub>el</sub></b>	<b>0,154</b>
<b>Herstellkosten Wärme</b>	<b>3.046.296 kWh<sub>th</sub>/a</b>	<b>€/kWh<sub>th</sub></b>	<b>0,019</b>

Tabelle 39: Übersicht Kuppelproduktkalkulation nach Verteilungsmethode statisch

Wie leicht aus der Tabelle zu entnehmen ist, betragen die Kosten für Strom und Wärme nach Marktwertrechnung entsprechend 0,154 €/kWh<sub>el</sub> und 0,019 €/kWh<sub>th</sub>.

### 3.3.6.3.3 Verteilungsmethode dynamisch

Soll die Preissteigerung in die Berechnung der Herstellkosten einfließen, so kann das mit Hilfe des preisdynamischen Annuitätsfaktors geschehen. Dieser preisdynamische Annuitätsfaktor, der in Tabelle 40 angeführt ist, berechnet sich, wie es im Kapitel 2.2.3.3 (Seite 25) beschrieben wird.

	<i>Kosten</i>	<i>Preis- stei- gerung</i>	<i>Preis- dynamischer Annuitätsfaktor</i>	<i>Kostenpunkt mit Preissteigerung</i>
Personal Betrieb	1.500 €	2,5%	1,23	1.841 €
Personal Instandhaltung	6.746 €	2,5%	1,23	8.281 €
Brennstoffkosten Biomasse	200.922 €	3,5%	1,34	268.783 €
Stromkosten	9.424 €	4,1%	1,41	13.289 €
Betriebsmittel	2.552 €	2,5%	1,23	3.133 €
Instandhaltung BHKW	19.341 €	2,5%	1,23	23.741 €
Instandhaltung Anlage	25.382 €	2,5%	1,23	31.156 €
Versicherung	4.452 €	2,5%	1,23	5.465 €
Verwaltung	900 €	2,5%	1,23	1.105 €
Entsorgungskosten Asche	5.739 €	2,5%	1,23	7.044 €
Entsorgungskosten Wasser	1.680 €	2,5%	1,23	2.062 €
Sonstiges	400 €	2,5%	1,23	491 €
Kreditzinsen	48.086 €	2,5%	1,23	59.023 €
Eigenkapital	0 €	8,0%	2,02	0 €
<b>Summe</b>	<b>327.124 €</b>			<b>425.413 €</b>

Tabelle 40: Berechnung der Kosten nach mit Berücksichtigung des preisdynamischen Annuitätsfaktors

Daraus folgt eine ähnliche Berechnung der Herstellkosten wie in Kapitel 3.3.6.3.2 (Seite 128). Diese ist in folgender Tabelle angeführt.

<i>Parameter</i>	<i>Produktionsmenge</i>	<i>Einheit</i>	<i>Wert</i>
Marktwert Strom		€/kWh <sub>el</sub>	0,286
Gesamterlös Strom	1.750.000 kWh <sub>el</sub> /a	€/a	500.792
Marktwert Wärme		€/kWh <sub>th</sub>	0,035
Gesamterlös Wärme	3.046.296 kWh <sub>th</sub> /a	€/a	106.602
Gesamterlös total		€/a	607.412
Erlösanteil Wärme		-	82,45%
Zugerechnete Kosten Strom		€/a	350.739
Erlösanteil Wärme		-	17,55%
Zugerechnete Kosten Wärme		€/a	74.674
<b>Herstellkosten Strom</b>	<b>1.750.000 kWh<sub>el</sub>/a</b>	<b>€/kWh<sub>el</sub></b>	<b>0,200</b>
<b>Herstellkosten Wärme</b>	<b>3.046.296 kWh<sub>th</sub>/a</b>	<b>€/kWh<sub>th</sub></b>	<b>0,025</b>

Tabelle 41: Übersicht Kuppelproduktkalkulation nach Verteilungsmethode dynamisch

Es ergeben sich aus dieser Berechnung Herstellkosten für den Strom in der Höhe von 0,200 €/kWh<sub>el</sub> und solche für die Wärme in der Höhe von 0,019 €/kWh<sub>th</sub>.

### 3.3.7 Grafiken

Um der Interpretation der Ergebnisse eine visuelle Unterstützung zu geben, werden in den folgenden Abschnitten die bisherigen Erkenntnisse in Form von Graphen dargestellt. Dies soll ein Vergleichen der verschiedenen Szenarien erleichtern.

#### 3.3.7.1 100% FK-Finanzierung

Das bisher angenommene Szenario, eine hundertprozentige Finanzierung durch Fremdkapital, würde eine Entwicklung des Cash Flows mit sich bringen, wie es in der folgenden Abbildung dargestellt wird.

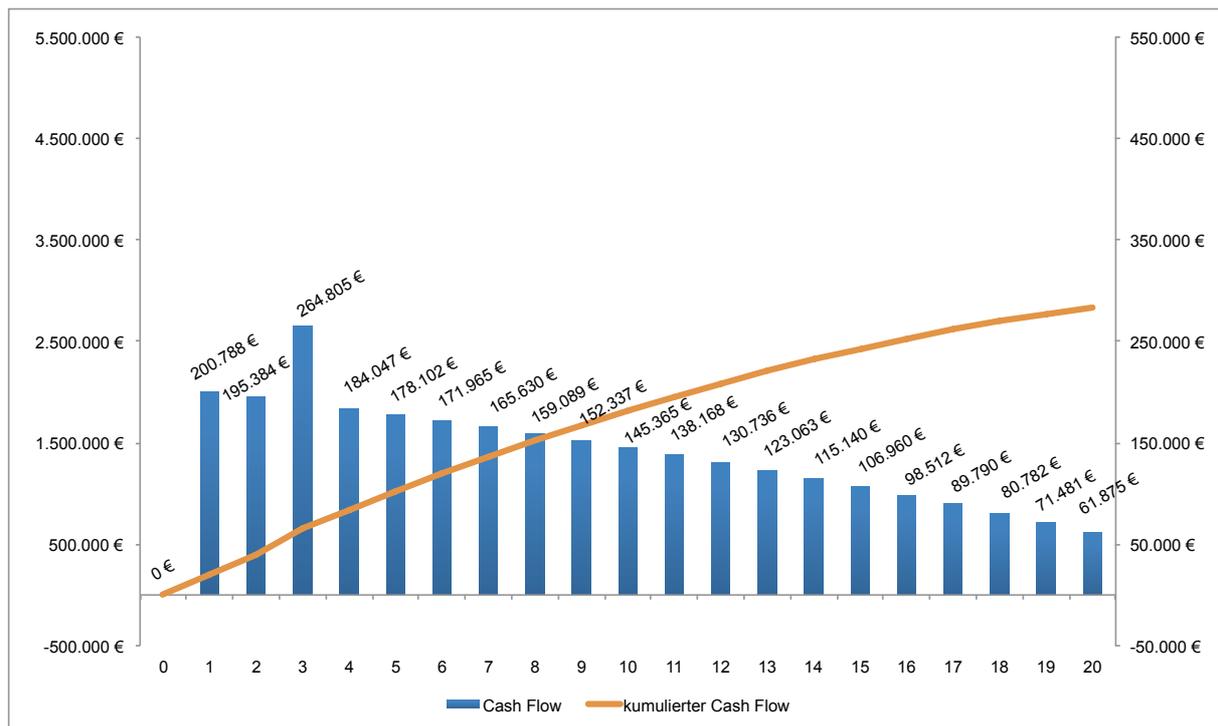


Abbildung 51: Cash Flow und kumulierter Cash Flow der Anlage (250 kW<sub>el</sub>, 100% Fremdkapitalfinanzierung)

Der oben dargestellte Kassenfluss setzt sich konkret aus den Komponenten zusammen, wie es in der folgenden Abbildung dargestellt wird.

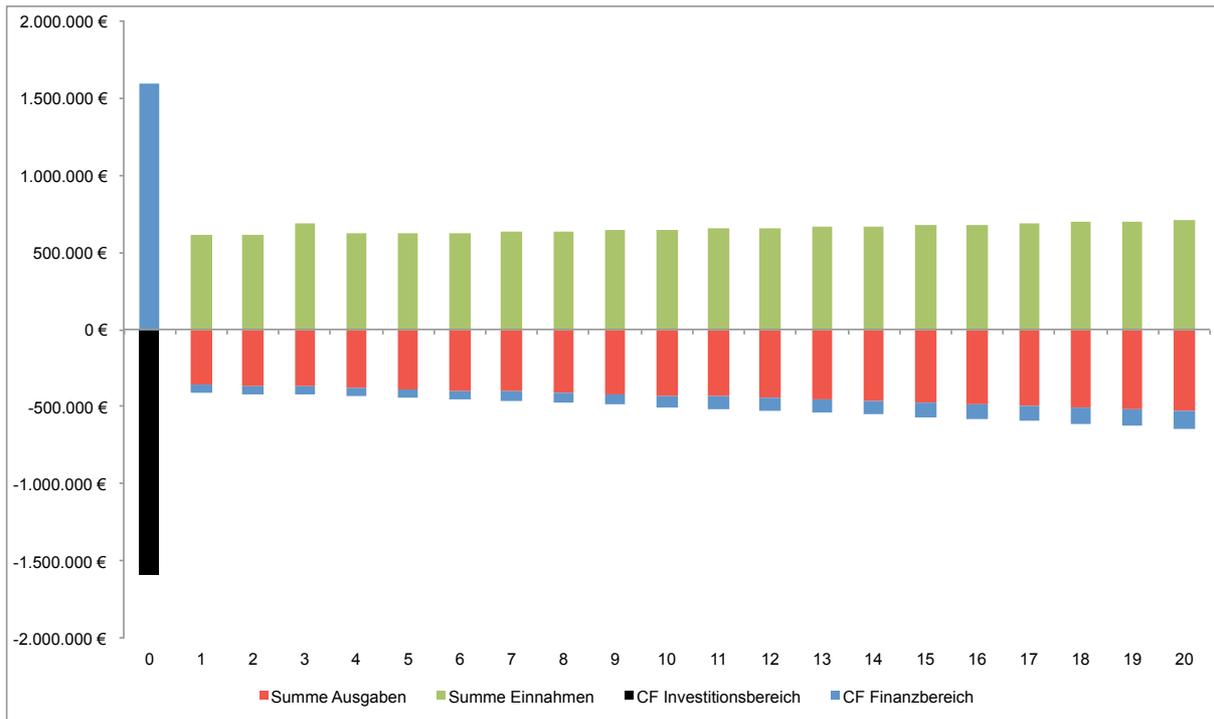


Abbildung 52: Zusammensetzung des Cash Flows nach Kategorien (250 kW<sub>el</sub>, 100% Fremdkapitalfinanzierung)

Um das Ganze abzurunden, soll die gesamte Situation betrachtet werden, in welcher der Cash Flow aus dem Finanzbereich außer Acht gelassen wird. Somit kann auch die Amortisationsdauer der Anlage verbildlicht werden.

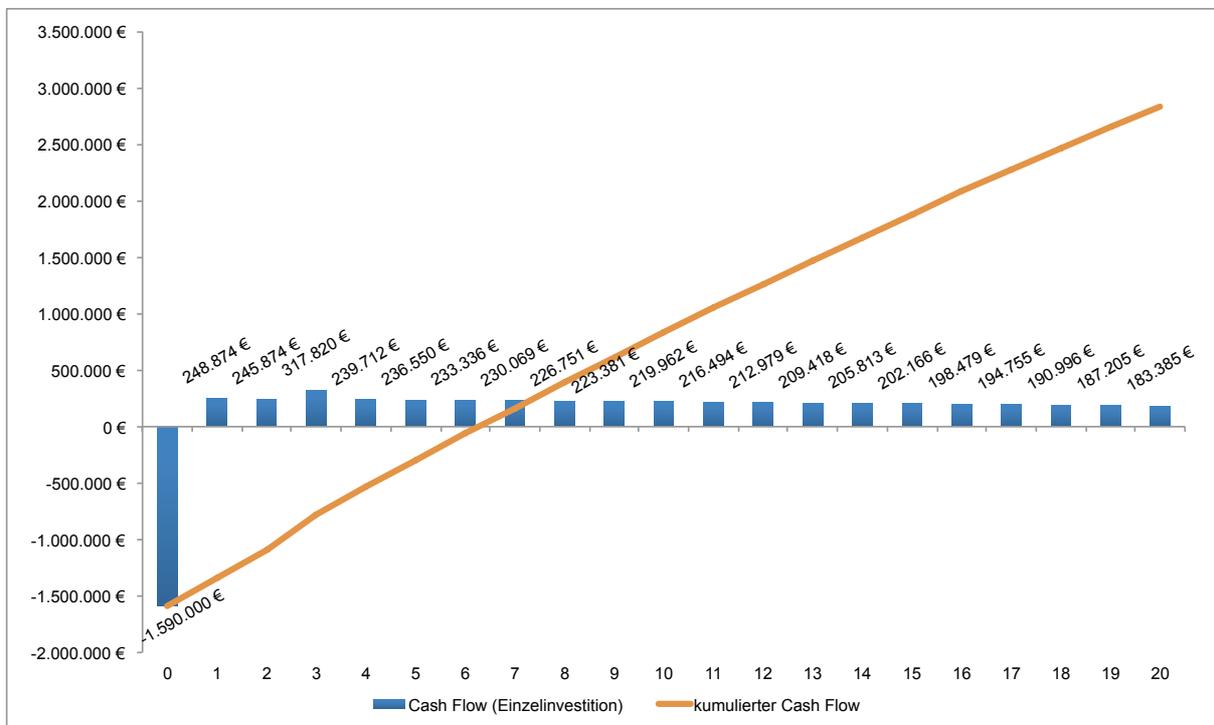


Abbildung 53: Cash Flow und kumulierter Cash Flow der Einzelinvestition (250 kW<sub>el</sub>, 100% Fremdkapitalfinanzierung)

### 3.3.7.2 50% FK-Finanzierung

Wenn der Anteil des Fremdkapitals auf 50% gesenkt wird, entwickeln sich die Kassenflüsse und die dazugehörigen Parameter folgendermaßen.

<b>Parameter</b>	<b>Einheit</b>	<b>Wert</b>
Eigenkapitalanteil	-	50%
Eigenkapitalzins	-	8%
Fremdkapitalanteil	-	50%
Fremdkapitalzins	-	5%
Mischzinssatz	-	6,5%
Realzinssatz	-	3,9%

Tabelle 42: Wirtschaftliche Randbedingungen der betrachteten Anlage (250 kW<sub>el</sub>, 50% Fremdkapitalfinanzierung)

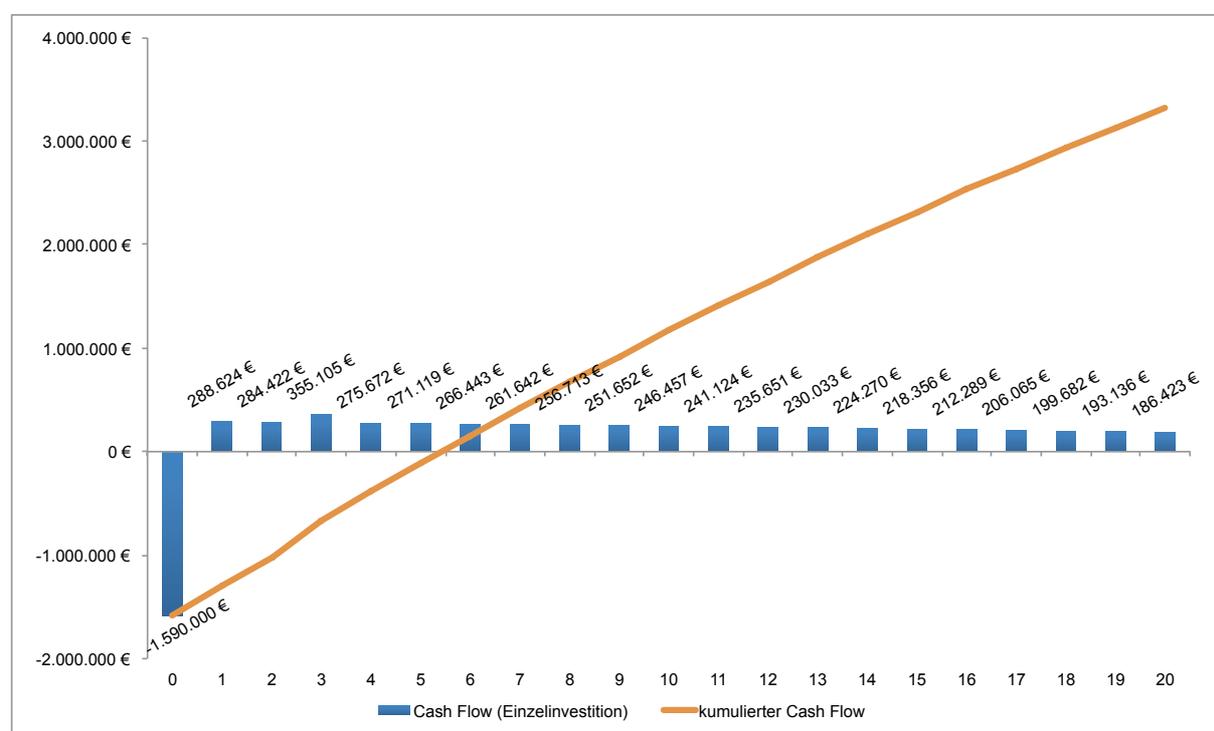


Abbildung 54: Cash Flow und kumulierter Cash Flow der Anlage (250 kW<sub>el</sub>, 50% Fremdkapitalfinanzierung)

<b>Parameter</b>	<b>Einheit</b>	<b>Wert</b>
Amortisationsdauer	a	7,07
Interner Zinsfuß	-	16,3%
Kapitalwert (Mischzinssatz)	€	1.651.380
ROI nach 20a (Mischzinssatz)	-	104%
Annuität (Mischzinssatz)	€/a	149.873
Kapitalwert (Realzinssatz)	€	2.162.137
ROI nach 20a (Realzinssatz)	-	136%
Annuität (Realzinssatz)	€/a	157.722

Tabelle 43: Weitere Kennzahlen der betrachteten Anlage (250 kW<sub>el</sub>, 50% Fremdkapitalfinanzierung)

### 3.3.7.3 0% FK-Finanzierung

Wird die Investition komplett mit Eigenkapital finanziert wird, schaut der Cash Flow und die Parameter wie folgt aus.

<b>Parameter</b>	<b>Einheit</b>	<b>Wert</b>
Eigenkapitalanteil	-	100%
Eigenkapitalzins	-	8%
Fremdkapitalanteil	-	0%
Fremdkapitalzins	-	5%
Mischzinssatz	-	8%
Realzinssatz	-	5,37%

Tabelle 44: Wirtschaftliche Randbedingungen der betrachteten Anlage (250 kW<sub>el</sub>, 0% Fremdkapitalfinanzierung)

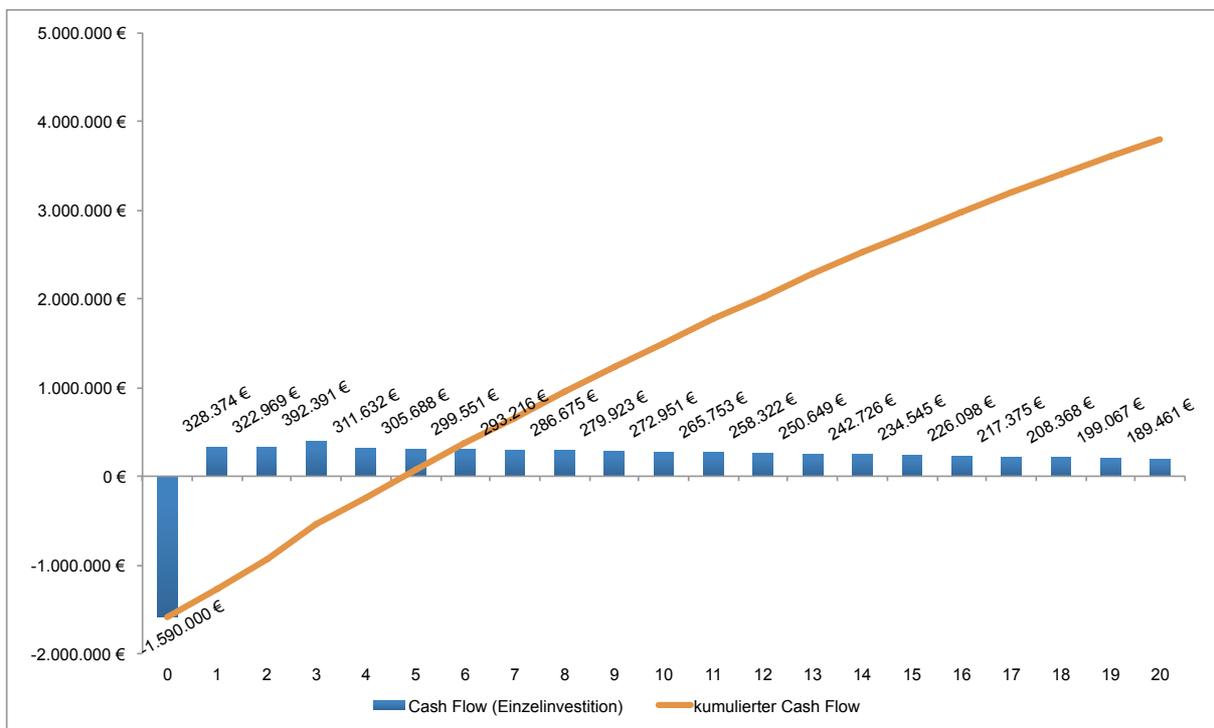


Abbildung 55: Cash Flow und kumulierter Cash Flow der Anlage (250 kW<sub>el</sub>, 0% Fremdkapitalfinanzierung)

<b>Parameter</b>	<b>Einheit</b>	<b>Wert</b>
Amortisationsdauer	a	6,42
Interner Zinsfuß	-	18,8%
Kapitalwert (Mischzinssatz)	€	1.2497043
ROI nach 20a (Mischzinssatz)	-	79%
Annuität (Mischzinssatz)	€/a	127.285
Kapitalwert (Realzinssatz)	€	1.831.390
ROI nach 20a (Realzinssatz)	-	115%
Annuität (Realzinssatz)	€/a	151.548

Tabelle 45: Weitere Kennzahlen der betrachteten Anlage (250 kW<sub>el</sub>, 0% Fremdkapitalfinanzierung)

### 3.3.7.4 Vergleich der Finanzierungsvarianten

Folgende Abbildung soll für die Anlage mit 250 kW<sub>el</sub>, die korrespondierenden kumulierten Cash-Flows darstellen, wenn der Fremdkapitalanteil so verändert wird, wie es in den bevorstehenden Kapiteln beschrieben ist.

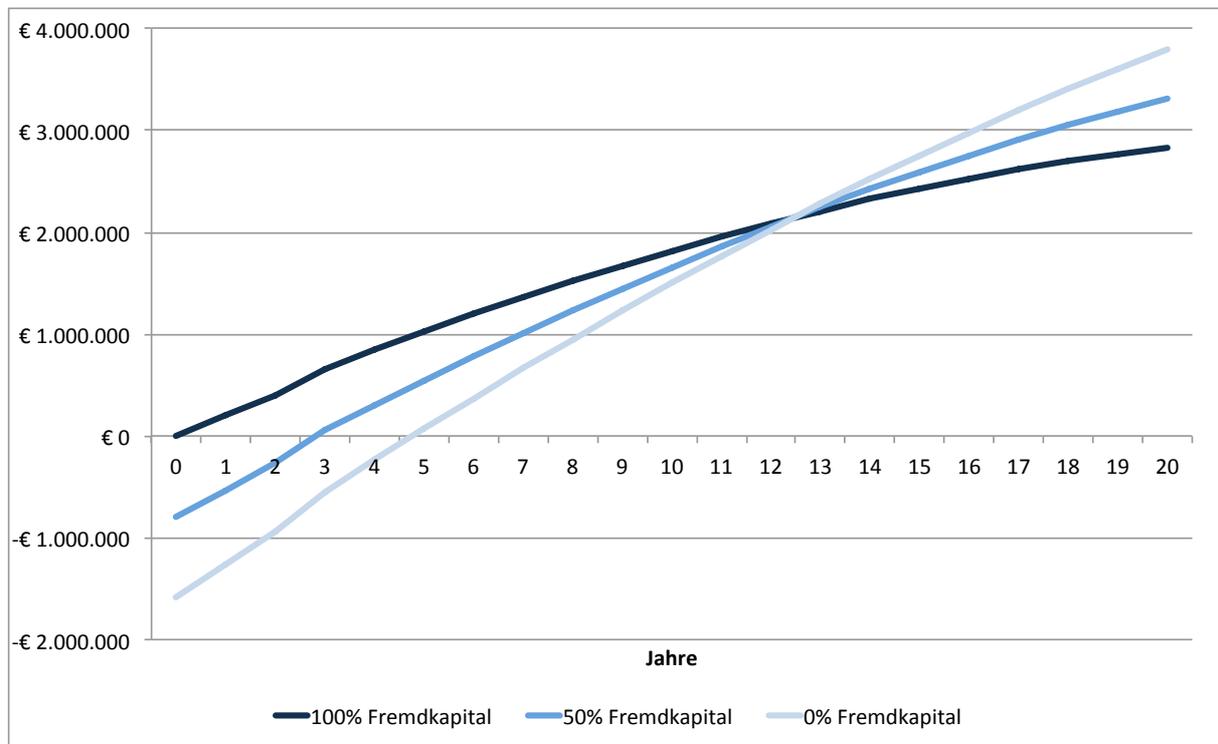


Abbildung 56: Vergleich der kumulierten Cash-Flows für die 250 kW<sub>el</sub> Anlage, finanziert mit 100%, 50% und 0% Fremdkapital

Um die Betrachtung untereinander direkt vergleichbar zu machen, zeigt folgende Abbildung die kumulierten Cash-Flows der Anlagen wie in Abbildung 56, mit Ausnahme des Cash-Flows im Finanzbereich. Dazu sind die Werte auch spezifisch gemacht worden um eine Analogie mit der Abbildung 61 (Seite 139) zu erstellen.

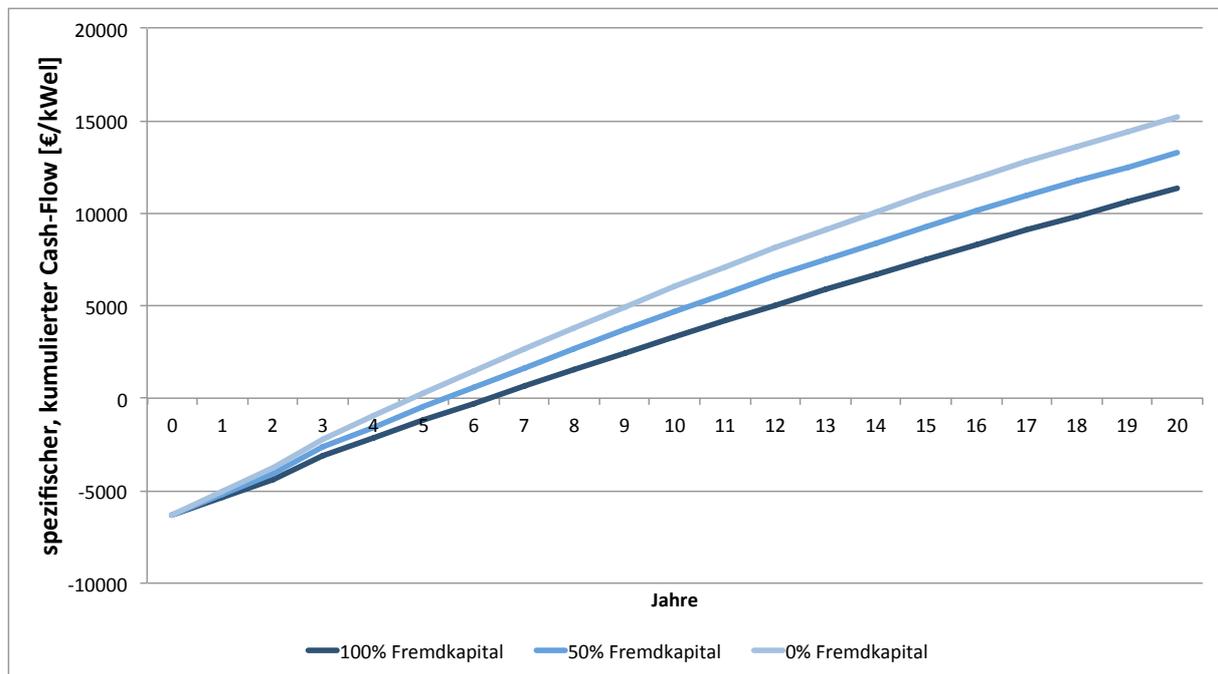


Abbildung 57: Vergleich der kumulierten, spezifischen Cash-Flows (ohne dem Cash-Flow aus dem Finanzbereich) für die 250 kW<sub>el</sub> Anlage, finanziert mit 100%, 50% und 0% Fremdkapital

### 3.3.8 Sensitivitätsanalyse

Analog zu der Unterscheidung bei der Marktkapazitätsanalyse, soll hier auch beim Cash Flow mit Variieren der Anlagengrößen analog zu Kapitel 3.1.5 (Sensitivitätsanalyse der quantitativen Marktanalyse, Seite 84), der Kassenfluss betrachtet werden.

#### 3.3.8.1 Szenario 1 (150 kW<sub>el</sub>, 258 kW<sub>th</sub>)

Wird die Anlagengröße von 250 kW<sub>el</sub> auf 150 kW<sub>el</sub> variiert, schaut der Cash-Flow entsprechend folgendermaßen aus.

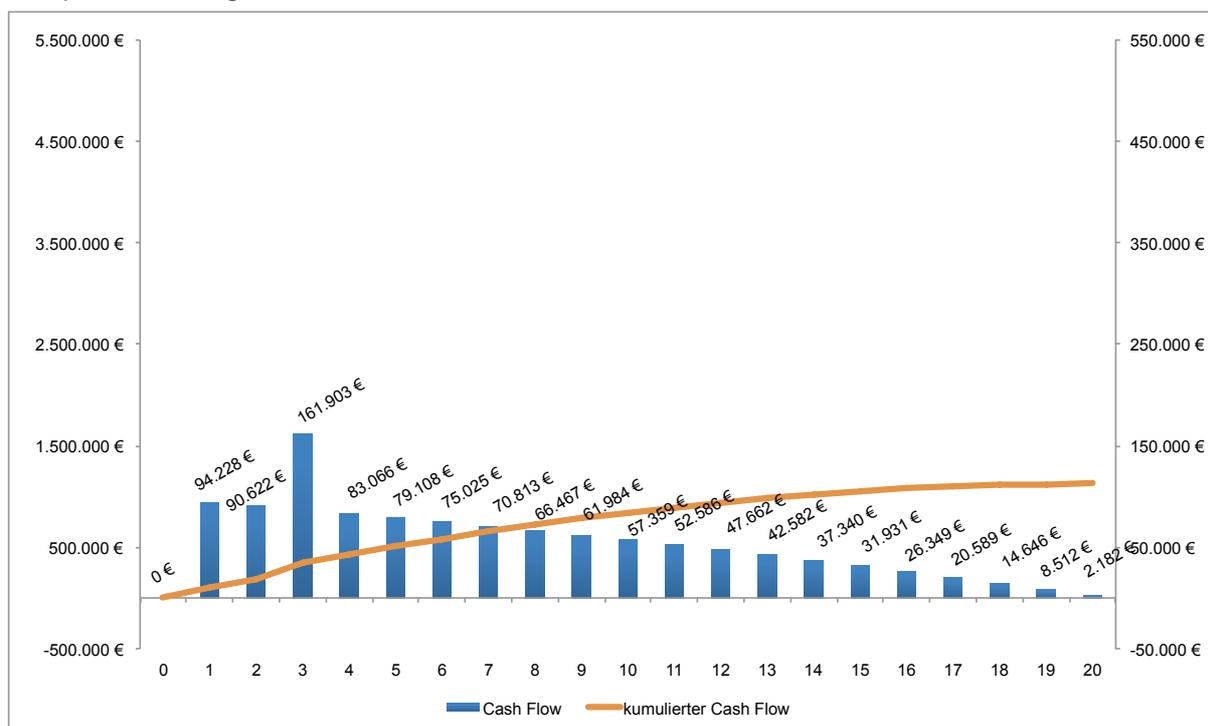


Abbildung 58: Cash Flow und kumulierter Cash Flow der Einzelinvestition (150 kW<sub>el</sub>, 100% Fremdkapitalfinanzierung)

Die dazugehörigen Kennzahlen gestalten sich dann wie folgt.

<b>Parameter</b>	<b>Einheit</b>	<b>Wert</b>
Amortisationsdauer	a	11,90
Interner Zinsfuß	-	8,9%
Kapitalwert (Mischzinssatz)	€	814.001
ROI nach 20a (Mischzinssatz)	-	74%
Annuität (Mischzinssatz)	€/a	65.317
Kapitalwert (Realzinssatz)	€	952.918
ROI nach 20a (Realzinssatz)	-	87%
Annuität (Realzinssatz)	€/a	60.775

Tabelle 46: Weitere Kennzahlen der betrachteten Anlage (150 kW<sub>el</sub>, 100% Fremdkapitalfinanzierung)

### 3.3.8.2 Szenario 2 (200 kW<sub>el</sub>, 348 kW<sub>th</sub>)

Wird das gesamte Szenario mit einer Anlagengröße von 199 kW<sub>el</sub> betrachtet, ändern sich die Kassenflüsse wie folgt.

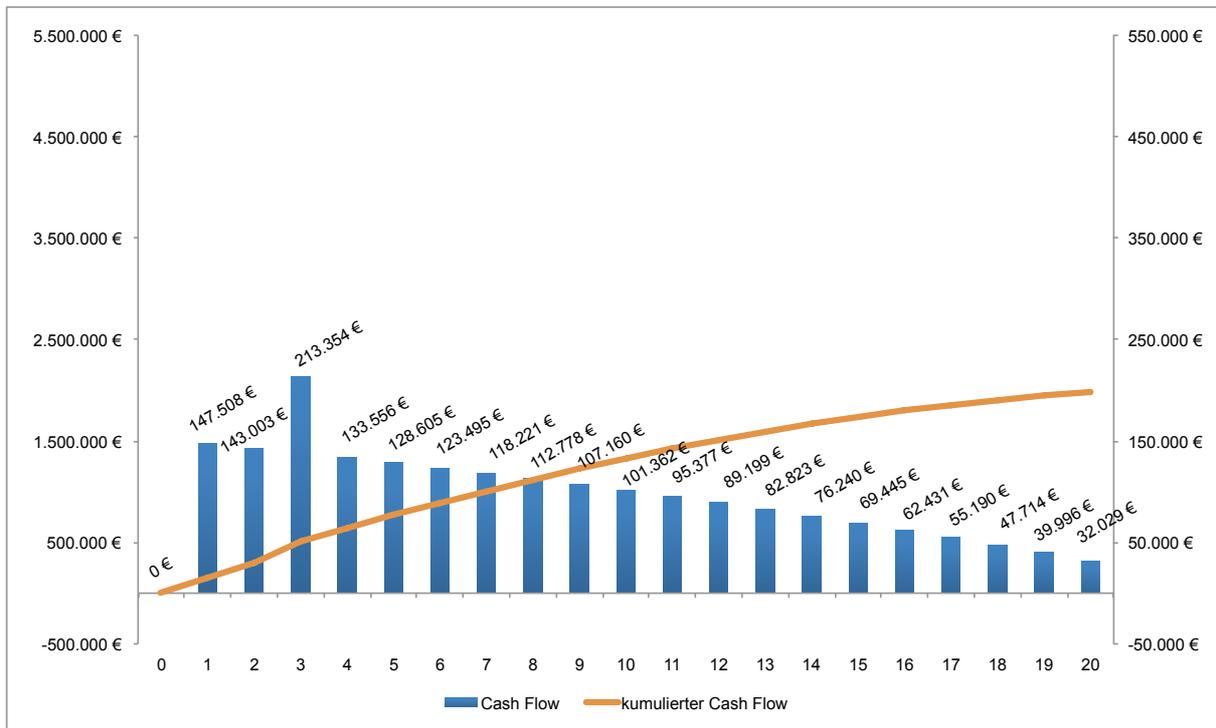


Abbildung 59: Cash Flow und kumulierter Cash Flow der Einzelinvestition (200 kW<sub>el</sub>, 100% Fremdkapitalfinanzierung)

Die dazugehörigen Kennzahlen ändern sich hingegen wie aufgelistet.

<b>Parameter</b>	<b>Einheit</b>	<b>Wert</b>
Amortisationsdauer	a	9,10
Interner Zinsfuß	-	11,9%
Kapitalwert (Mischzinssatz)	€	1.370.618
ROI nach 20a (Mischzinssatz)	-	102%
Annuität (Mischzinssatz)	€/a	109.981
Kapitalwert (Realzinssatz)	€	1.638.110
ROI nach 20a (Realzinssatz)	-	122%
Annuität (Realzinssatz)	€/a	104.475

Tabelle 47: Weitere Kennzahlen der betrachteten Anlage (200 kW<sub>el</sub>, 100% Fremdkapitalfinanzierung)

### 3.3.8.3 Szenario 3 (500 kW<sub>el</sub>, 860 kW<sub>th</sub>)

Bei einer Erhöhung der elektrischen Leistung auf 500 kW<sub>el</sub>, gestaltet sich der Cash Flow wie folglich verbildlicht. Es soll beachtet werden, dass bei dieser Anlagengröße sich der Fördertarif verändert und somit relativ gesehen die Einnahmen weniger sind.

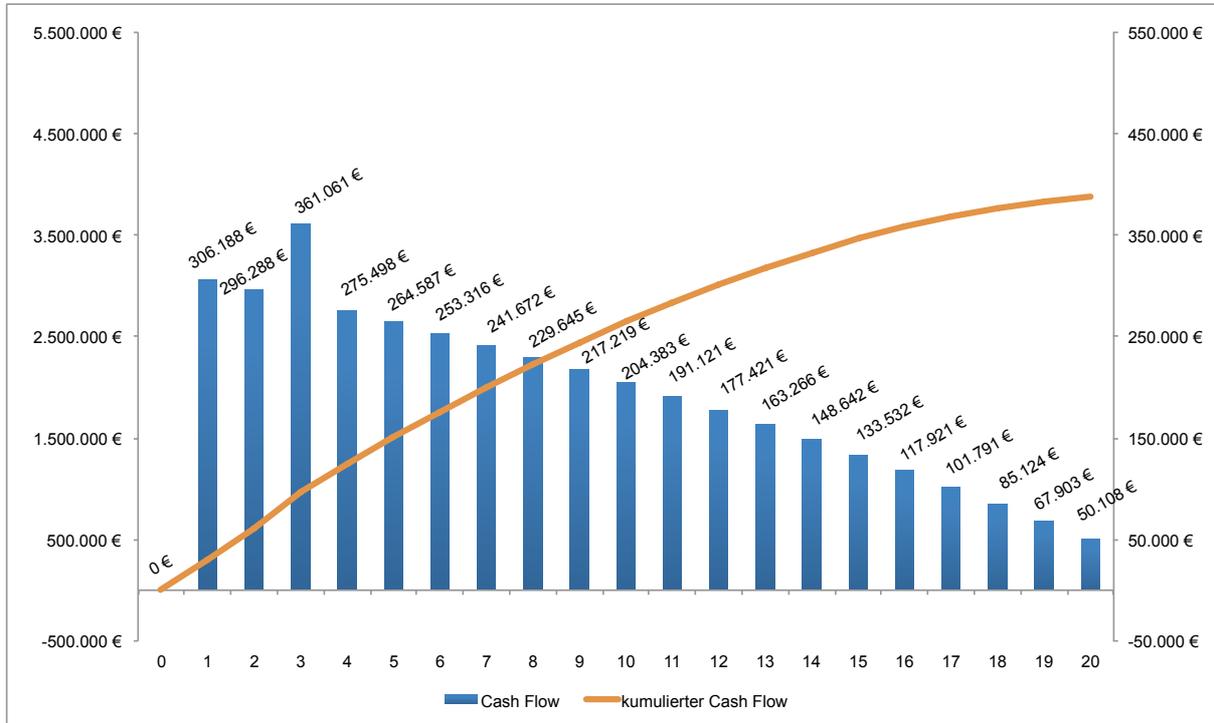


Abbildung 60: Cash Flow und kumulierter Cash Flow der Einzelinvestition (500 kW<sub>el</sub>, 100% Fremdkapitalfinanzierung)

Wiederum die dazugehörigen Kennzahlen.

<b>Parameter</b>	<b>Einheit</b>	<b>Wert</b>
Amortisationsdauer	a	9,59
Interner Zinsfuß	-	11,3%
Kapitalwert (Mischzinssatz)	€	2.730.906
ROI nach 20a (Mischzinssatz)	-	96%
Annuität (Mischzinssatz)	€/a	216.968
Kapitalwert (Realzinssatz)	€	3.224.885
ROI nach 20a (Realzinssatz)	-	115%
Annuität (Realzinssatz)	€/a	205.677

Tabelle 48: Weitere Kennzahlen der betrachteten Anlage (250 kW<sub>el</sub>, 100% Fremdkapitalfinanzierung)

### 3.3.8.4 Vergleich der Szenarien

Will ein Vergleich zwischen den verschiedenen Anlagengrößen gemacht werden, müssen alle Kennzahlen die eine monetäre Einheit haben spezifisch gemacht werden. Dies bedeutet, dass Cash-Flows, Kapitalwerte und Annuitäten durch die jeweilige Anlagengröße dividiert werden müssen, damit sie untereinander verglichen werden können.

Folgende Abbildung stellt die spezifischen, kumulierten Cash-Flows dar, die sich aus den ökonomischen Berechnungen der Anlagen aus den bevorstehenden Kapiteln ergeben.

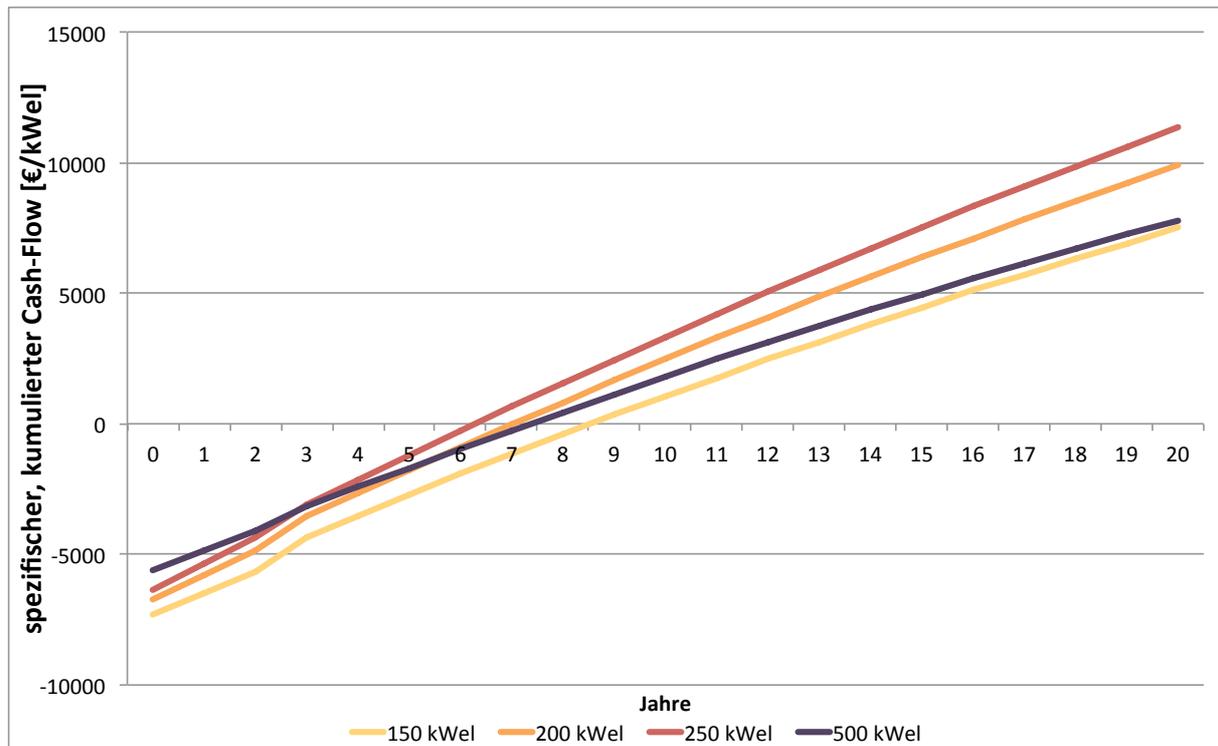


Abbildung 61: Vergleich der spezifischen Cash-Flows (ohne dem Cash-Flow aus dem Finanzbereich) der 150, 199, 250 und 500 kW<sub>el</sub> Anlagen

Wird hingegen die Annuität betrachtet, also der bewertete, mittlere Überschuss an Mitteln über die betrachtete Laufdauer von 20 Jahren, muss auch diese spezifisch gemacht werden, um einen Vergleich zwischen den verschiedenen Anlagengrößen zu ermöglichen. D.h. auch hier, dass die Annuität durch die jeweilige Anlagengröße (in diesem Fall die elektrische Leistung) dividiert werden muss. Das Ergebnis dieser Betrachtung kann folgender Abbildung entnommen werden.

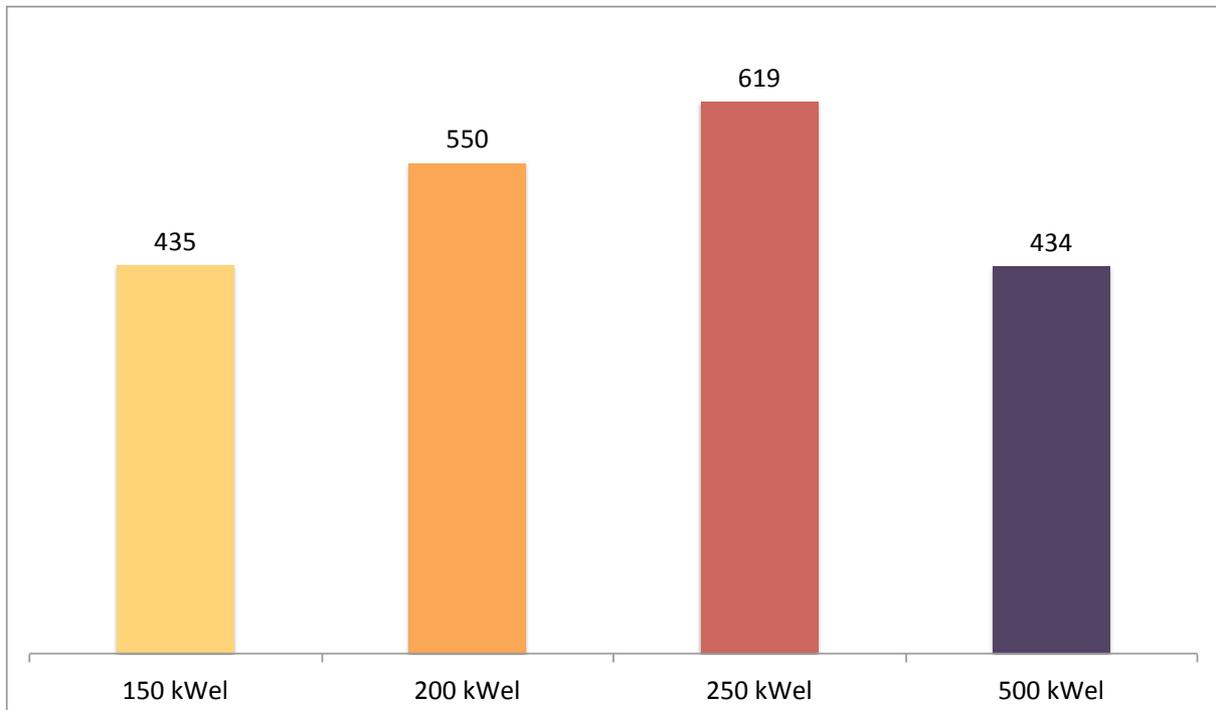


Abbildung 62: Vergleich der spezifischen Annuitäten der 150, 200, 250 und 500 kW<sub>el</sub> Anlagen

Der Grund, warum die 500 kW<sub>el</sub> Anlage relativ gesehen wirtschaftlich nicht so gut abschneidet, ist dass das Ministerialdekret ab einer Leistung von 300 kW<sub>el</sub> einen niedrigeren Tarif vorsieht.

Die wirtschaftlich optimale Größe der Anlage am italienischen Markt beläuft sich also auf 300 kW<sub>el</sub>. Dies in Anbetracht der Fördertarife, die der Staat für die Einspeisung von Strom, der mit Hilfe der angewandten Technologie ausschüttet.

### 3.3.9 Preismanagement

Wie im Kapitel 2.2.5 (Seite 29) beschrieben wird, gibt es zur Ermittlung des Preises drei verschiedene Varianten. Hier sollen allerdings nur zwei angesprochen werden: die Variante über den Kundennutzen und die über den Konkurrenzpreis.

#### 3.3.9.1 Konkurrenz

Wenn die Preise aus Tabelle 15 (: Mitbewerber am europäischen Markt der Holzgaserzeuger, Seite 96) berücksichtigt werden, kann von einer Preisbasis der Konkurrenz in der Höhe von ca. 6.000 €/kW<sub>el</sub> ausgegangen werden. Auf dieser Basis kann ein Zu- oder Abschlag gerechnet werden. Wenn die Technologien allerdings verglichen werden, ist es naheliegend, dass für einen Zuschlag optiert wird.

#### 3.3.9.2 Kundennutzen

Wird die Preisgebung von Seiten des Kundennutzens betrachtet, müsste eigentlich eine komplett eigene Analyse zum Thema erstellt werden.

Allerdings können mit der Wirtschaftlichkeitsrechnung verschiedene Szenarien durchgespielt werden, um ein Gefühl zu bekommen, wie hoch der Preis für die Anlage ist, wobei der Kunde dies noch als vertretbar empfinden könnte.

Wird der spezifische Preis der Anlage auf **6.000 €/kW<sub>el</sub>** erhöht, würde sich eine Amortisationsdauer von 11 Jahren daraus ergeben.

Folgende Tabelle soll einen Überblick darüber verschaffen, wie sich die Amortisationszeit und der Return on Investment ändert, wenn der Verkaufspreis der Anlage variiert wird. Annahme ist immer eine Anlage mit einer elektrischen Leistung von 250 kW<sub>el</sub>.

<b>Verkaufspreis</b>	<b>Kennwert</b>	<b>Auswirkung</b>
5.000 €/kW <sub>el</sub>	dyn. Amortisationsdauer	8,12a
	ROI*	117%
6.000 €/kW <sub>el</sub>	dyn. Amortisationsdauer	11,03a
	ROI*	84%
7.000 €/kW <sub>el</sub>	dyn. Amortisationsdauer	15,24a
	ROI*	58%
8.000 €/kW <sub>el</sub>	dyn. Amortisationsdauer	>20a
	ROI*	38%
9.000 €/kW <sub>el</sub>	dyn. Amortisationsdauer	>20a
	ROI*	22%

\*Return on Investment auf Basis Mischzinssatz nach 20 Jahren

Tabelle 49: Verhalten von dynamischer Amortisationsdauer und Return on Investment bei Variieren des Verkaufspreises (Anlage 250 kW<sub>el</sub>, 100% Fremdkapitalfinanzierung)

Dabei wäre es naheliegend, eine marktdifferenzierte Preisgestaltung zu wählen, da die italienische Realität einen viel höheren Preis akzeptieren würde als es der Kunde am österreichischen Markt. Natürlich liegt dabei die Höhe der Förderungen in Italien dahinter, was aber eine höhere Marge für das Unternehmen bedeuten würde.

## 4 Zusammenfassung und Ausblick

Dieses Kapitel soll die wesentlichen Ergebnisse der Arbeit konkret und zusammenfassend wiedergeben und einen Ausblick über weitere Themen geben, die in Zukunft ausgearbeitet werden könnten.

### 4.1 Zusammenfassung

Erster Teil dieses Kapitels soll die Ergebnisse der Arbeit kurz und bündig umfassen.

#### 4.1.1 Marktanalyse

Die Ergebnisse der Marktkapazität sind mit etwas Vorsicht zu genießen. Leider hat sich die Suche nach Studien und Statistiken zur gesuchten Thematik als recht undurchsichtig und kompliziert ergeben. Noch dazu sind die Statistiken des italienischen Amtes für Statistik zur Industrie sehr schleißig erhoben und nicht besonders durchdacht. Dennoch konnten für sie Standard-Anlagengröße 671 Betriebe gefunden werden, die einen genügend hohen Verbrauch an thermischer Energie aufweisen, um als potentieller Kunde in Frage zu kommen.

Folgende Tabelle gibt einen Überblick der Marktanalyse für die Standard-Anlage und die korrespondierenden Ergebnisse der verschiedenen Szenarien.

<i>Anlagengröße</i>	<i>Marktkapazität [# Betriebe]</i>
150 kW <sub>el</sub> , 258 kW <sub>th</sub>	1.116
200 kW <sub>el</sub> , 348 kW <sub>th</sub>	873
250 kW <sub>el</sub> , 430 kW <sub>th</sub>	671
500 kW <sub>el</sub> , 860 kW <sub>th</sub>	334

Tabelle 50: Übersicht der Ergebnisse der Marktanalyse

Wie die Zahlen zustande kommen, kann in Kapitel 3.1.3 (Seite 74) nachgelesen werden.

Das Ergebnis der Nutzwertanalyse erscheint dem Autor recht vernünftig und plausibel (Tabelle 14, Seite 94). Das Betreten des italienischen Markts über Südtirol scheint eine gute Option zu sein, da zumindest die Sprachbarriere in dieser Region praktisch nicht existiert. Dies würde ein interagieren mit Behörden stark erleichtern. Auch ein Eintritt in den Markt über eine Branche, die als sichere Anwendung gilt, scheint auch eine gute Strategie zu sein, da die logistischen Infrastrukturen bereits bestehen und die Betreiber Erfahrung mit dem Brennstoff haben. Auch ein etwaiger Ausfall wäre leicht verkraftbar, da die Backup-Leistung zur Bereitstellung der nötigen Energie bereits vorhanden ist.

Das Prozedere für die Genehmigungen (sei es die allgemeine Genehmigung oder die Genehmigung für die Förderungen ) sind recht Aufwendig und dauern lange. Daher ist es wichtig, die nötige Dokumentation ausführlich zur Verfügung zu stellen, um Unsicherheiten aus dem Weg zu räumen und auf genannte Prozeduren und Fristen zu achten, um diese Verfahren so kurz wie möglich zu halten.

Die Erkenntnisse aus der Analyse der Mitbewerber scheinen recht brauchbar zu sein. Besonders die Preise der Mitbewerber, die ermittelt werden konnten, dienen als Referenz für eine zukünftige Preisgestaltung der Anlage.

#### **4.1.2 Normative Aspekte**

Was die Förderungen betrifft, kann bei Betrachtung der Tabelle 22 (Seite 106) behauptet werden, dass die Höhe dieser Tarife im europäischem Vergleich recht hoch sind. Die Chance des Markteintrittes bietet sich also förmlich an, da die Kunden bei diesen Fördertarifen auch einen höheren Preis in Kauf nehmen könnten um eine derartige Anlage zu kaufen. Es kann mit der vorhandenen Anlagenstruktur ein gemittelter Fördertarif von 0,286 €/kWh<sub>el</sub> erwirtschaftet werden.

Die Zeiten die der Genehmigungsprozess und die Verfahren für das Ansuchen auf Förderungen in Anspruch nehmen, sind relativ lange und die Regelungen sind recht kompliziert gestaltet. Der Zeitrahmen, mit dem gerechnet werden soll, beträgt ungefähr ein Jahr. Genauer kann aus Kapitel 3.2 (Gesetzliche Rahmenbedingungen und Förderungen, Seite 100) nachgelesen werden.

Was die Gesetzlichen Rahmenbedingungen betrifft, ist die wichtigste Erkenntnis, dass es für einen Eintritt in den Italienischen Markt über Südtirol, es unbedingt einer Adaption des Produktes bedarf. Konkret müsste diese Adaption den Einbau von Maßnahmen umfassen, um die Emissionen der Anlage zu mindern (siehe Tabelle 18, Seite 101). Eine mögliche Maßnahme wäre der Einbau eines Katalysators. Weiterführend wäre die Erforschung der Möglichkeiten für den Einsatz eines Katalysators und/oder Lösungsansätze zur Minderung der Emissionen zu finden.

#### **4.1.3 Wirtschaftlichkeit**

Die Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsrechnung scheinen sehr erfreulich zu sein und die Ergebnisse und die Amortisationszeiten geben dem Unternehmen noch Luft nach oben, um über eine etwaige Steigerung des Preises nachzudenken.

Werden die Kennwerte und die Grafiken aus Kapitel 3.3.6 (Seite 124) und Kapitel 3.3.7 (Seite 130) kann gesagt werden, dass die Förderungen sehr großzügig sind und die Cash-Flows fallen dementsprechend positiv aus.

Was die dynamische Amortisationsdauer der Anlage betrifft, ist eine Dauer von 7,88 Jahren eigentlich positiver Ergebnis. Auch die restlichen Kennzahlen aus Tabelle 37 (Seite 127), lassen sich durchaus sehen.

Die Annuität z.B. beläuft sich für diese Anlage, bei einer Berechnung mit dem Mischzinssatz, auf einer Höhe von 154.646 €/a.

Der sich aus allen erhobenen Gegebenheiten ergebende Cash-Flow schaut bei einer kompletten Finanzierung mit Fremdkapital wie folgt aus

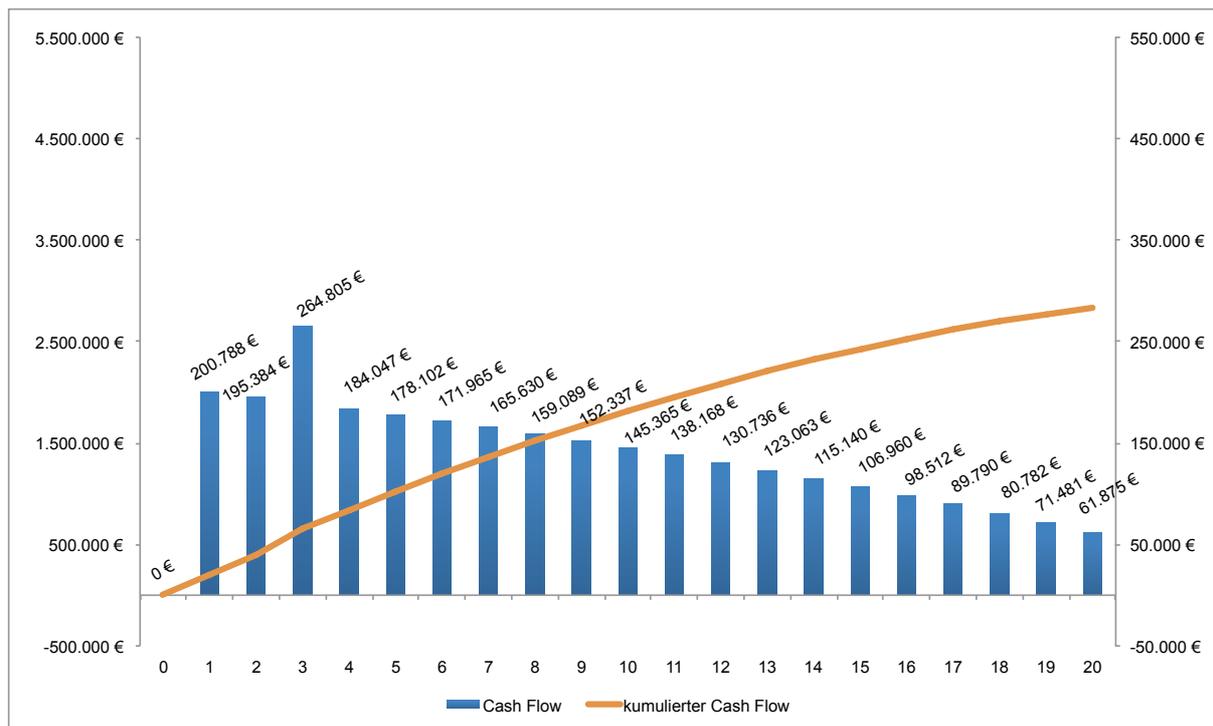


Abbildung 63: Cash Flow und kumulierter Cash Flow der Anlage (250 kW<sub>el</sub>, 100% Fremdkapitalfinanzierung)

Die sich aus den betrachtungen ergebende optimale Größe für die Anlage würde eine elektrische Leistung von 300 kW<sub>el</sub> und eine damit zusammenhängende thermische Leistung von 522 kW<sub>th</sub> betragen.

Folgende Tabelle zeigt den Vergleich zwischen Herstellkosten und Verkaufspreis von Strom und Wärme. Szenario dabei ist die hauptsächlich behandelte Anlage (250 kW<sub>el</sub>) mit 100%iger Fremdkapitalfinanzierung. Die Entstehung dieser Werte ist in Kapitel 3.3.6.3 (Seite 127) nachzulesen.

<b>Produkt</b>	<b>Herstellkosten</b>	<b>Verkaufspreis</b>
Strom	0,200 €/kWh <sub>el</sub>	0,286 €/kWh <sub>el</sub>
Wärme	0,025 €/kWh <sub>th</sub>	0,035 €/kWh <sub>th</sub>

Tabelle 51: Herstellkosten und Verkaufspreis von Strom und Wärme bei Betrieb der Anlage mit 250 kW<sub>el</sub>

Die Marge, die sich daraus ergibt, beträgt demnach 0,086 €/kWh<sub>el</sub> bei Strom und 0,010 €/kWh<sub>th</sub> bei Wärme.

Was den Holzpreis betrifft, gibt es die Prognose des Experten, die besagt, dass sich dieser in den kommenden 20 Jahren konstant verhalten wird (siehe Kapitel 3.3.2.2.2, Seite 113). Allerdings erscheint es dem Autor eine sehr gewagte Annahme, auch weil 20 Jahre sehr schwierig zum vorhersehen scheinen.

#### 4.1.4 Preis der Anlage

Wird die Cleanstgas-Anlage mit den Konkurrenzprodukten verglichen, kommt dieser von den Betriebseigenschaften und Anlagengröße das Produkt der SynCraft GmbH am nächsten. Werden also die Preise der Konkurrenz in Tabelle 15 (Mitbewerber am europäischen Markt

der Holzgaserzeuger, Seite 96) betrachtet, kann behauptet werden, dass ein Preis für die Anlage um die 6.000 €/kW<sub>el</sub> ungefähr der Bereich ist, in der agiert werden kann.

Wie aus Kapitel 3.3.9 (Seite 141) scheint ein Preis von 5.750 €/kW<sub>el</sub> durchaus realistisch zu sein. Aus Erfahrung der Geschäftsleitung ist ein sehr wichtiges Kriterium beim Anlagenbau in der Wirtschaftswelt, dass sich die Anlage in ungefähr der Hälfte der Nutzungsdauer amortisiert.

## 4.2 Ausblick

Dieses Kapitel soll die Themen ansprechen, die in Zukunft noch behandelt werden sollten oder welche Themen noch weiter ausgebaut oder genauer betrachtet werden sollten.

### 4.2.1 Marktkapazität

Die Quantifizierung der Marktkapazität könnte weitergeführt werden um eine noch genauere Anzahl der absetzbaren Anlagen auszukundschaften. Allerdings würde eine höhere Genauigkeit, eine stärkere Aktivität im Bereich der Marktforschung bedeuten. Diese Tätigkeit würde eine Erhöhung der Kosten für die Informationsbeschaffung bedeuten.

### 4.2.2 Katalysator

Werden die Erkenntnisse auch Kapitel 3.2.1.2 (Seite 100) betrachtet, kann erkannt werden, dass die Emissionen der Anlage die vorgeschriebenen Grenzwerte um einiges überschreitet. Da die Anlage in dieser Form also für den Markt in Südtirol nicht genehmigt werden würde, ist es von absoluter Notwendigkeit, dass ein Katalysator entwickelt wird.

Folgende Tabelle soll einen Überblick der derzeitigen Emissionsgrenzwerte und der zukünftigen Ziele zeigen, die derzeit in Bezug auf den Emissionen des Holzgaserzeugers aktuell sind.

<i>Emission</i>	<i>Einheit</i>	<i>Vorgabe (bei 5% O<sub>2</sub>)</i>	<i>Cleanstgas</i>	<i>Ziel ohne Katalysator</i>	<i>Ziel mit Katalysator</i>
NOx	mg/Nm <sup>3</sup>	500	500	400	400
CO	mg/Nm <sup>3</sup>	650	1.500	1.100	313
Benzol	mg/Nm <sup>3</sup>	5	3	2	1
PM10	mg/Nm <sup>3</sup>	100	n. v.	n. v.	n. v.

Tabelle 52: Emissionsvorgabe für die Genehmigung des Holzgaserzeugers in Südtirol im Vergleich mit den aktuellen Werten und den zukünftigen Zielen

Wie aus der Tabelle entgeht, ist die Entwicklung eines Katalysators eine absolute Notwendigkeit, um in Südtirol eine Emissionsgenehmigung zu bekommen.

### 4.2.3 Zinsen

Eine Frage, die im Rahmen dieser Arbeit offen bleibt ist, ob der zurzeit sehr günstig angenommene Fremdkapitalzinssatz in der Höhe von 5% auch in Zukunft gleich hoch

bleiben wird. Aus Sicht des Autors ist das sehr unwahrscheinlich und sollte eigentlich weiter untersucht werden.

#### **4.2.4 Preisgestaltung**

Die Thematik der Preisgestaltung der Anlage wurde im Rahmen dieser Arbeit nur gestreift, da die Verkaufspreise der Mitbewerber bereits vorlagen. Um diesen Prozess allerdings richtig durchzuführen, müsste das Thema Kundennutzen ganz anders aufgerollt werden und in eine eigene Arbeit erarbeitet werden.

#### **4.2.5 Zukünftiges Fördersystem**

Das Fördersystem, wie es in der derzeitigen Form Anwendung findet, läuft mit dem Jahr 2015 aus. Was danach kommt, ist noch ungewiss und sollte sofort bei erscheinen der Dekrete zur Förderung durstudiert werden. Dies ist von absoluter Notwendigkeit, um die zukünftigen Chancen am italienischen Markt abschätzen zu können.

## Literaturverzeichnis

### Fachliteratur

- BASU, P.: Biomass Gasification, Pyrolysis and Torrefaction – Practical Design and Theory, 2. Auflage, Oxford 2013
- BATEL, W.: Entstaubungstechnik, Berlin Heidelberg 1972
- BEA, F.X.; SCHEURER, S.; et al.: Projektmanagement, 2. Auflage, Konstanz und München 2011
- BEREKOVEN, L.; ECKERT, W.; ELLENRIEDER, P.: Marktforschung: Methodische Grundlagen und praktische Anwendung, 11. Auflage, Wiesbaden 2006
- BRAESS, H.-H.; SEIFFERT, U.: Vieweg Handbuch Kraftfahrzeugtechnik, 6. Auflage, Wiesbaden 2011
- BURGHARDT, M.: Projektmanagement – Leitfaden für die Planung Überwachung und Steuerung von Entwicklungsprojekten, 5. Auflage, Berlin und München 2000
- EVANS, R.J.; MILNE, T.A.: Molecular Characterization of the Pyrolysis of Biomass - 1. Fundamentals, in AMERICAN CHEMICAL SOCIETY: Energy & Fuels, Artikel, Band 1, Nummer 2, Lehigh University (Bethlehem, USA) 1987
- GUDEHUS, T.: Dynamische Märkte: Praxis, Strategien und Nutzen Für Wirtschaft und Gesellschaft, 1. Auflage, Berlin und Heidelberg 2007
- GRIMM, S.: Marketing für High-Tech-Unternehmen – Wie Sie Markt- und Technologiezyklen nutzen und beeinflussen, 1. Auflage, Wiesbaden 2004
- GÖTZE, U.: Investitionsrechnung – Modelle und Analysen zur Beureteilung von Investitionsvorhaben, 6. Auflage, Berlin Heidelberg 2008
- HOLLENSSEN, S.: Marketing Management – A Relationship Approach, 2. Auflage, Harlow 2010
- HOMBURG, C.; KROHMER, H.: Marketingmanagement: Strategie, Instrumente, Umsetzung, Unternehmensführung, 3. Auflage, Wiesbaden 2009
- HOMBURG, C.; TOTZEK, D.: Preismanagement auf Business-to-Business-Märkten, Preisstrategie – Preisbestimmung – Preisdurchsetzung, 1. Auflage, Wiesbaden 2011
- KALTSCHMITT, M.; HARTMANN, H.: Energie aus Biomasse – Grundlagen, Techniken und Verfahren, Berlin Heidelberg 2001
- KALTSCHMITT, M.; HARTMANN, H.; HOFBAUER, H.: Energie aus Biomasse – Grundlagen, Techniken und Verfahren, 2. Auflage, Berlin Heidelberg 2009
- KIM, W. C.; MAUBORGNE, R.: Der blaue Ozean als Strategie. Wie man neue Märkte schafft, wo es keine Konkurrenz gibt, München 2005
- KOTLER, P.; ARMSTRONG, A., SAUNDERS, J.; et al.: Grundlagen des Marketing, 4. Auflage, München 2007
- KOTLER, P.; KELLER, K. L.; BLIEMEL, F.: Marketing-Management: Strategien für wertschaffendes Handeln, 12. Auflage, München 2007
- LAUTERBACH, C.; SCHMITT, B.; VAJEN, K.: Das Potential solarer Prozesswärme in Deutschland, Teil 1 des Abschlussberichtes, Kassel 2011
- LECHNER, K.; EGGER, A.; SCHAUER, R.: Einführung in die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, 19. Auflage, Wien 2001
- MEFFERT, H.; BURMANN, C.; KIRCHGEORG, M.: Marketing Grundlagen marktorientierter Unternehmensführung, 11. Auflage, Wiesbaden 2012
- PEPELS, W.: Business-to-Business-Marketing – Handbuch für Vertrieb, Technik, Service, Neuwied Kriftel 1999
- POGGENSEE, K.: Investitionsrechnung: Grundlagen – Aufgaben – Lösungen, 2. Auflage, Wiesbaden 2011
- PORTER, M. E.: Wettbewerbsstrategie: Methoden zur Analyse von Branchen und Konkurrenten, 7. Auflage, Frankfurt/Main 1992

- REICHMANN, T.: Controlling mit Kennzahlen – Die systemgestützte Controlling-Konzeption mit Analyse und Reportinginstrumenten, 8. Auflage, München 2011
- REINECKE, S.; TOMCZAK, T.; GEIS, G.: Handbuch Marketingcontrolling: Marketing als Motor von Wachstum und Erfolg, 1. Auflage, Frankfurt/Wien 2001
- SCHUMPETER, J. A.: Konjunkturzyklen I – Eine theoretische, historische und statistische Analyse des kapitalistischen Prozesses, Göttingen 1961
- SIMON, H.; FASSNACHT, M.: Preismanagement, 3. Auflage, Wiesbaden 2009
- STRAUB, T.: Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre, 1. Auflage, München 2011
- TIMMERER, H.; LETTNER, F.: Anlagensicherheit und Genehmigung von Biomassevergasanlagen, Projektbericht, Wien 2005
- TSCHULIN, D. K.; HELMIG, B.: Branchenspezifisches Marketing: Grundlagen – Besonderheiten – Gemeinsamkeiten, 1. Auflage, Wiesbaden 2001
- YEMM, G.: The Financial Times Essential Guide to Leading your Team, 1. Auflage, Harlow 2012
- YIP, G. S.: Die globale Wettbewerbsstrategie – Weltweit erfolgreiche Geschäfte, Wiesbaden 1992
- ZANGENMEISTER, C.: Nutzwertanalyse in der Systemtechnik, 4. Auflage, München 1976
- ZUNK, B. M.; GRBENIC, S.; BAUER, U.: Kostenrechnung: Einführung – Methodik – Anwendungsfälle, 1. Auflage, Wien 2013

#### Publikationen

- AIEL ASSOCIAZIONE ITALIANA ENERGIE AGROFORESTALI: Agriforenergy, Zeitschrift, Ausgabe Jahr VII, Nr. 3, Padua 2013
- ASUE ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR SPARSAMEN UND UMWELTFREUNDLICHEN ENERGIEVERBRAUCH E.V.: BHKW-Kenndaten 2011 – Module Anbieter Kosten, Broschüre, Berlin 2011
- ARBEITSKREIS „MASCHINEN UND ANLAGEN IN DER SÜSSWARENINDUSTRIE“: Leitfaden Energieeffizienz in der Süßwarenindustrie, Bericht, 2009
- ASSOBIARRA: Annual report – Dati riferiti al 2012, Jahresbericht, Rom 2013
- ASSOCARTA: Rapporto Ambientale dell' industria cartaria italiana – dati 2009-2010, Bericht, Mailand 2012
- BAYER. LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ: Klimaschutz durch effiziente Energieverwendung in der Papierindustrie – Nutzung von Niedertemperaturabwärme, Augsburg 2002
- BAYER. LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ: Minderung öko- und klimaschädigender Abgase aus industriellen Anlagen durch rationelle Energienutzung – Milchverarbeitender Betrieb, Augsburg 2000
- BLESL, M.; KEMPE, S.; OHL, M. et. al.: Wärmeetlas Baden-Württemberg - Erstellung eines Leitfadens und Umsetzung für Modellregionen, Forschungsbericht, Stuttgart 2008
- BRUNNER, C., SLAWITSCH, B.; GIANNAKOPOULOU, K.: Industrial Process Indicators and Heat Integration in Industries, Booklet, Graz 2008
- CLEANSTGAS: Dezentrale Holzgas-Kraft-Wärme-Kopplung, Präsentation, St. Margarethen/Raab 2013
- DÖTSCH, C.; TASCHENBERGER, J.; SCHÖNBERG, I.: Leitfaden Nahwärme, Booklet, 1998
- FONDAZIONE PER LO SVILUPPO SOSTENIBILE: I costi dell'energia in Italia, Bericht, Rom 2013
- FRAUNHOFER UMSICHT: Leitfaden Fernwärme, Leitfaden, Oberhausen 1998
- GSE – GESTORE DEI SERVIZI ELETTRICI: Procedure applicative del D.M. 6 luglio 2012 contenenti i regolamenti operativi per le procedure d'asta e per le procedure di iscrizione ai registri, Leitfaden, Rom 2012

- HAMMERER, D.: Vergasung von Biomasse zur gekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung, Dissertation, Graz 2000
- ISTAT – ISTITUTO NAZIONALE DI STATISTICA: Rapporto sulla competitività dei settori produttivi : internazionalizzazione delle imprese e performance, Bericht, Rom 2013a
- KAPUSTA, F.: Kennwerte zur Energieeffizienz in KMU, in: ENERGIEINSTITUT DER WIRTSCHAFT GMBH (Hrsg.): KMU-Initiative zur Energieeffizienzsteigerung, Endbericht, Wien 2010
- KOORDINIERUNGSKREIS CHEMISCHE ENERGIEFORSCHUNG: Energieversorgung der Zukunft – der Beitrag der Chemie, Positionspapier, Frankfurt/Main 2009
- MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO – DIPARTIMENTO PER L'ENERGIA: Linee guida per l'applicazione del Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico 5 settembre 2011 – Cogenerazione ad Alto Rendimento (CAR), Leitfaden des Ministeriums, 2. Auflage, Rom 2012
- ÖSTERREICHISCHE ENERGIEAGENTUR – AUSTRIAN ENERGY AGENCY: Energieeffizienz-Konzept der Holzindustrie in Österreich, Bericht, Wien 2009
- REISENHOFER: Prozesswärmeversorgung auf Basis Biomasse am Beispiel der Tirol-Milch Wörgl, Präsentation, Graz 2011
- VANNONI, C.; BATTISTI, R.; DRIGO, S.: Potential for Solar Heat in Industrial Processes, Booklet, Madrid 2008
- VERBAND DER CHEMISCHEN INDUSTRIE E.V.: Chemiewirtschaft in Zahlen 2013, Bericht, 55. Ausgabe, Frankfurt 2013
- VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE: VDI 2067: Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen, Grundlagen und Kostenberechnung, Richtlinie, Düsseldorf 2000
- ZUNK, B. M.; BAUER, U.: Bezugsrahmen „Techno-Ökonomie“ – Beitrag zu einer Begriffskonkretisierung für „Technologieorientierte Unternehmen“, „Technologisch-Industrielle Leistungen“ und „Industrielle Geschäftsbeziehungen“, in BAUER, U. (Hrsg.): BWL Schriftenreihe, 16. Band, Graz 2013

#### Onlinequellen

- AIRU – ASSOCIAZIONE ITALIANA RISCALDAMENTO URBANO: Il riscaldamento urbano: annuario 2012, [http://issuu.com/lele78/docs/airu\\_annuario\\_settembre\\_2012/1?e=7361587/4202300](http://issuu.com/lele78/docs/airu_annuario_settembre_2012/1?e=7361587/4202300), publiziert im September 2012, Abfrage vom: 12.08.2013 um 15:18
- AKH LINZ: Wussten sie schon..., [http://www.linz.at/akh/presse/2011/2011AKh\\_9344.asp](http://www.linz.at/akh/presse/2011/2011AKh_9344.asp), Abfrage vom: 29.11.2013 um 13:32
- AUTONOME PROVINZ BOZEN – SÜDTIROL: GIS-Karte Südtirols, [gis2.provinz.bz.it](http://gis2.provinz.bz.it), Abfrage vom: 30.10.2013 um 14:50
- BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR WALD UND FORSTWIRTSCHAFT: Heizen mit Hackschnitzel ist aktiver Klimaschutz, <http://www.lwf.bayern.de/waldbewirtschaftung/holz-logistik/energie-aus-holz/hackschnitzel/>, Abfrage vom: 05.11.2013 um 14:22
- BROLLI: Daten und Fakten, <http://www.brolli.com/>, Abfrage vom: 03.09.2013 um 17:33
- ENERGIEAGENTUR.NRW: Energieeffizienz - Kunststoffverarbeitende Industrie, Informationsseite zum Branchenenergiekonzept, <http://www.energieagentur.nrw.de/unternehmen/energieeffizienz-kunststoffverarbeitende-industrie-3747.asp>, Abfrage vom: 24.10.2013 um 11:28
- ENTE BILATERALE LAVANDERIE INDUSTRIALI: Osservatorio sul settore delle lavanderie industriali, [http://www.eblinazionale.it/Ebli/Ebli/Home\\_Page\\_219.asp](http://www.eblinazionale.it/Ebli/Ebli/Home_Page_219.asp), publiziert in Rom im Jahr 2006, Abfrage vom: 02.10.2013 um 16:25

- GABLER WIRTSCHAFTSLEXIKON: Stichwort: Branche, Springer Gabler Verlag (Hrsg.), <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/1210/branche-v9.html> , Abfrage vom: 17.02.2014a um 15:45
- GABLER WIRTSCHAFTSLEXIKON: Stichwort: Innovation, Springer Gabler Verlag (Hrsg.), <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/54588/innovation-v8.html> , Abfrage vom: 22.02.2014b um 11:55
- GABLER WIRTSCHAFTSLEXIKON: Stichwort: Invention, Springer Gabler Verlag (Hrsg.), <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/10907/invention-v7.html> , Abfrage vom: am 22.02.2014c um 11:50
- INSTITUT FÜR BETRIEBSWISSENSCHAFTEN UND BETRIEBSSOZIOLOGIE: Diplom- und Masterarbeitsinformation für Studierende, [www.bwl.tugraz.at](http://www.bwl.tugraz.at), Abfrage vom: 19.05.2013 um 10:43
- ISTAT – ISTITUTO NAZIONALE DI STATISTICA: Il primo rapporto sulla competitività dei settori produttivi, schede settoriali, <http://www.istat.it/it/archivio/82456>, Abfrage vom: 07.08.2013 um 17:11, 2013b
- LANDESAGENTUR FÜR UMWELT DER AUTONOMEN PROVINZ BOZEN – SÜDTIROL: Biomassefernheizwerke Südtirol 2011, von <http://www.provinz.bz.it/umweltagentur/energie/statistiken.asp>, stand 31.12.2011, Abfrage vom: 11.07.2013 um 15:14
- LT1: AKH: 11.400 Kilo Wäsche pro Tag, <http://www.lt1.at/tv-berichte/alle/8923>, abgerufen am 29.11.2013 um 13:40
- MINISTERO DELLA SALUTE: Posti letto – per struttura ospedaliera, <http://www.dati.salute.gov.it/dati/dettaglioDataset.jsp?menu=dati&idPag=18>, publiziert am 02.08.2012, Abfrage vom: am 06.08.2013 um 09:28
- ÖSTERREICHISCHE ENERGIEAGENTUR: Entwicklung des Österreichischen Strompreisindex, <http://www.energyagency.at/fakten-service/energie-in-zahlen/strompreisindex/chart-strompreisindex.html> , Abfrage vom: 13.02.2014 um 11:23
- KOMMUNALKREDIT PUBLIC CONSULTING: Biomasse-Kraftwärmekopplung – Technisch-wirtschaftliches Datenblatt, [http://www.publicconsulting.at/kpc/de/home/umweltfrderung/fr\\_betriebe/energieversorgung/nahwrmeverversorgung/](http://www.publicconsulting.at/kpc/de/home/umweltfrderung/fr_betriebe/energieversorgung/nahwrmeverversorgung/) , Abfrage vom: 18.02.2014 um 14:45
- VIESSMANN: Jahresdauerlinien, <http://www.viessmann.de/de/Industrie-Gewerbe/Systembeispiele/Jahresdauerlinien.html> , Abfrage vom: am 20.09.2013 um 10:12

#### Gesetzestexte

- BESCHLUSS vom 3. Dezember 2012, Nr. 1814: Ergänzungen und Anpassungen zum Beschluss der Landesregierung Nr. 1593 vom 27. September 2010 gemäß der Entscheidung C(2012) 5048 vom 25. Juli 2012 der Europäischen Kommission - Genehmigung der Kriterien für die Gewährung von Zuschüssen gemäß Landesgesetz vom 07. Juli 2010, Nr. 9 für Maßnahmen zur rationellen Energieverwendung, zur Energieeinsparung und zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen
- BESCHLUSS vom 01. März 2010, Nr. 359: Genehmigung der Kriterien für die Gewährung von Beiträgen gemäß Artikel 4 und 7 des Landesgesetzes vom 19. Februar 1993, Nr. 4 und gemäß Artikel 5, Absatz 1, Buchstabe b) und Artikel 6, Absatz 4 des Landesgesetzes vom 13. Februar 1997, Nr. 4 für Maßnahmen der Energieeinsparung und Nutzung erneuerbarer Energiequellen
- LANDESGESETZ vom 11. August 1997, Nr. 13: Landesraumordnungsgesetz, in: N. N.: Amtsblatt vom 3. August 2010, Nr. 31
- LANDESGESETZ vom 7. Juli 2010, Nr. 9: Bestimmungen im Bereich der Energieeinsparung und der erneuerbaren Energiequellen, in: N. N.: Amtsblatt vom 16. September 1997, Nr. 44

- LANDESGESETZ vom 18. Juni 2002, Nr. 8: Bestimmungen über die Gewässer, in N. N.: Amtsblatt vom 2. Juli 2002, Nr. 28
- LANDESGESETZ vom 16. März 2000, Nr. 8: Bestimmungen zur Luftreinhaltung, in: N. N.: Amtsblatt vom 28. März 2000, Nr. 13
- MINISTERIALDEKRET vom 5. September 2011: Definizione del nuovo regime di sostegno per la cogenerazione ad alto rendimento., in: MINISTERIO DELLA GIUSTIZIA (Hrsg.): Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, n. 218 del 19 settembre 2011 – Serie generale, Parte Prima, Rom 19. September 2011, S. 70-91
- MINISTERIALDEKRET vom 10. Juli 2012: Attuazione dell' Art. 24 del decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28, recante incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti a fonti rinnovabili diversi dai fotovoltaici., in: MINISTERIO DELLA GIUSTIZIA (Hrsg.): Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale,, n. 159 del 10 luglio 2012 – Serie generale, Parte Prima, Rom 10. Juli 2012, S. 38-102

#### Persönliche Interviews

- Francescato, V.: AIEL Associazione Italiana Energie Agroforestali, Technischer Direktor, am 08.11.2013 um 15:30 Uhr
- Sanin, P.: Amt für Luft und Lärm der Autonomen Provinz Bozen – Südtirol, Emissionsermächtigungen und Abgaskontrollen Heizanlagen, am 07.01.2014 um 9:22 Uhr

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Orientierung des techno-ökonomischen Forschungs- und Lehransatzes .....	7
Abbildung 2: Macro-Umwelt .....	9
Abbildung 3: Die Triebkräfte des Branchenwettbewerbs .....	10
Abbildung 4: Die drei generischen Strategien nach Porter .....	11
Abbildung 5: Wertschöpfungskette nach Straub, in Anlehnung nach Porter .....	12
Abbildung 6: Bausteine des Marketingkonzeptes .....	13
Abbildung 7: „Ps“ als Instrumente des Marketing-Mix.....	15
Abbildung 8: Risiken des Timing.....	16
Abbildung 9: Idealtypischer Ablauf des Marktforschungsprozesses .....	18
Abbildung 10: Produkt Produkt/Markt-Matrix nach Ansoff .....	21
Abbildung 11: Die vier Wertebenen des betrieblichen Rechnungswesens.....	22
Abbildung 12: Spezifische Richtpreise für die Generalüberholung von Biogas-BHKWs ....	27
Abbildung 13: Spezifische Kosten von Instandhaltungsverträgen für Biogas-BHKWs .....	27
Abbildung 14: Preis-Leistungspositionierung im Vergleich zum Wettbewerb .....	29
Abbildung 15: Skimming-, Penetrationsstrategie und Strategie des äußerst niedrigen Anfangspreises	32
Abbildung 16: Preis-Nutzenpositionierung im Wettbewerb .....	34
Abbildung 17: Mechanismen der pyrolytischen Zersetzung von Biogenen Festbrennstoffen in Abhängigkeit der Schärfe der Pyrolysebedingungen (d.h. der Aufheizrate) .....	38
Abbildung 18: Schematische Darstellung der Gegenstromvergasung in Bezug auf das fluiddynamische Verhalten und der verfahrenstechnischen Prozesse.....	40
Abbildung 19: Schematische Darstellung der Gleichstromvergasung in Bezug auf das fluiddynamische Verhalten und der verfahrenstechnischen Prozesse.....	41
Abbildung 20: Schematische Darstellung der Kreuzstromvergasung in Bezug auf das fluiddynamische Verhalten und der verfahrenstechnischen Prozesse.....	42
Abbildung 21: Schematische Darstellung der stationären Wirbelschicht in Bezug auf das fluiddynamische Verhalten .....	43
Abbildung 22: Schematische Darstellung der zirkulierenden Wirbelschicht in Bezug auf das fluiddynamische Verhalten .....	44
Abbildung 23: Schematische Darstellung der Flugstromvergasung in Bezug auf das fluiddynamische Verhalten .....	45
Abbildung 24: Schematische Darstellung der gestuften Vergasung hinsichtlich des fluiddynamischen Verhaltens des Feststoffes und Gases .....	47

Abbildung 25: Vergleich der Vergasungssysteme hinsichtlich Teerbelastung.....	48
Abbildung 26: Charakteristische Zusammensetzung von Holzgas .....	49
Abbildung 27: Schematische Darstellung eines Prallabscheiders .....	50
Abbildung 28: Schematische Darstellung eines Umlenkabscheiders .....	51
Abbildung 29: Schematische Darstellung eines Zyklonabscheiders .....	52
Abbildung 30: Schematische Darstellung eines Gewebefilters. Links im Filterbetrieb, rechts in der Pulsphase zum Reinigen des Filters.....	53
Abbildung 31: Schematische Darstellung eines Abscheiders mit Mehrschicht-Filterkerzen.....	54
Abbildung 32: Schematische Darstellung eines elektrostatischen Abscheiders .....	55
Abbildung 33: Schematische Darstellung eines Festbettadsorbers .....	56
Abbildung 34: Schematische Darstellung eines Füllkörperwäschers.....	57
Abbildung 35: Charakteristische Jahresdauerlinie für einen industriellen Betrieb .....	70
Abbildung 36: Charakteristische Jahresdauerlinie mit Annäherungsgeraden.....	71
Abbildung 37: Charakteristische Jahresdauerlinie für ein Krankenhaus .....	72
Abbildung 38: Charakteristische Jahresdauerlinie für ein Nahwärmenetz.....	73
Abbildung 39: Prozentanteil an Industrieprozesswärme nach Temperaturbereich und industriellen Sektor.....	77
Abbildung 40: Bruttoinlandprodukt pro Einwohner in der EU-27.....	88
Abbildung 41: Mögliche Standorte für einen Cleanstgas Holzgaserzeuger mit 250 kW <sub>el</sub> und 430 kW <sub>th</sub> in Südtirol (GIS-Karte).....	95
Abbildung 42: Derzeitige Situation des Marktes der Holzgaserzeuger und ORC-Anlagen in Südtirol (GIS- Karte).....	98
Abbildung 43: Möglichkeiten für eine Pilotanlage in einem Fernheizwerk (GIS- Karte).....	99
Abbildung 44: Grafische Beschreibung des Fördertopfs.....	103
Abbildung 45: Grafische Darstellung des Zeitlichen Ablaufs für das Genehmigungsverfahren für die Förderungen .....	110
Abbildung 46: Grafische Darstellung des Zeitlichen Ablaufs für das allgemeine Genehmigungsverfahren.....	111
Abbildung 47: Mittelfristige Preisentwicklung des Hackguts und dessen Trend .....	115
Abbildung 48: Langfristige Preisermittlung verschiedener Primärenergieträger .....	115
Abbildung 49: Entwicklung des österreichischen Strompreisindex .....	121
Abbildung 50: Entwicklung der Strompreise auf verschiedenen europäischen Strombörsen	122
Abbildung 51: Cash Flow und kumulierter Cash Flow der Anlage (250 kW <sub>el</sub> , 100% Fremdkapitalfinanzierung).....	130

Abbildung 52: Zusammensetzung des Cash Flows nach Kategorien (250 kW <sub>el</sub> , 100% Fremdkapitalfinanzierung).....	131
Abbildung 53: Cash Flow und kumulierter Cash Flow der Einzelinvestition (250 kW <sub>el</sub> , 100% Fremdkapitalfinanzierung).....	131
Abbildung 54: Cash Flow und kumulierter Cash Flow der Anlage (250 kW <sub>el</sub> , 50% Fremdkapitalfinanzierung).....	132
Abbildung 55: Cash Flow und kumulierter Cash Flow der Anlage (250 kW <sub>el</sub> , 0% Fremdkapitalfinanzierung).....	133
Abbildung 56: Vergleich der kumulierten Cash-Flows für die 250 kW <sub>el</sub> Anlage, finanziert mit 100%, 50% und 0% Fremdkapital.....	134
Abbildung 57: Vergleich der kumulierten, spezifischen Cash-Flows (ohne dem Cash-Flow aus dem Finanzbereich) für die 250 kW <sub>el</sub> Anlage, finanziert mit 100%, 50% und 0% Fremdkapital	135
Abbildung 58: Cash Flow und kumulierter Cash Flow der Einzelinvestition (150 kW <sub>el</sub> , 100% Fremdkapitalfinanzierung).....	136
Abbildung 59: Cash Flow und kumulierter Cash Flow der Einzelinvestition (200 kW <sub>el</sub> , 100% Fremdkapitalfinanzierung).....	137
Abbildung 60: Cash Flow und kumulierter Cash Flow der Einzelinvestition (500 kW <sub>el</sub> , 100% Fremdkapitalfinanzierung).....	138
Abbildung 61: Vergleich der spezifischen Cash-Flows (ohne dem Cash-Flow aus dem Finanzbereich) der 150, 199, 250 und 500 kW <sub>el</sub> Anlagen.....	139
Abbildung 62: Vergleich der spezifischen Annuitäten der 150, 200, 250 und 500 kW <sub>el</sub> Anlagen	140
Abbildung 63: Cash Flow und kumulierter Cash Flow der Anlage (250 kW <sub>el</sub> , 100% Fremdkapitalfinanzierung).....	144

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Eigenschaftstyp und Maßnahmen zum Abbau asymmetrischer Information .....	16
Tabelle 2: Besonderheiten der Preisfindung auf B2B-Märkten .....	30
Tabelle 3: Ermitteln der Nutzwerte .....	36
Tabelle 4: Geeignete Prozesse zur Einbindung solarer Prozesswärme .....	65
Tabelle 5: Bedeutende Behandlungsverfahren im Ernährungsgewerbe.....	67
Tabelle 6: Warmwasserbedarf und Temperaturen für Gebäude und gewerbliche Zwecke	68
Tabelle 7: Quantitative Auflistung der Marktkapazität nach Bereich (250 kW <sub>el</sub> , 430 kW <sub>th</sub> ), direkt erhoben .....	82
Tabelle 8: Quantitative Auflistung der Marktkapazität nach Bereich (250 kW <sub>el</sub> , 430 kW <sub>th</sub> ), indirekt erhoben .....	83
Tabelle 9: Quantitative Aufstellung der Marktkapazität nach Szenario 2 (150 kW <sub>el</sub> , 258 kW <sub>th</sub> ) der Sensitivitätsanalyse .....	85
Tabelle 10: Quantitative Aufstellung der Marktkapazität nach Szenario 1 (200 kW <sub>el</sub> , 348 kW <sub>th</sub> ) der Sensitivitätsanalyse .....	86
Tabelle 11: Quantitative Aufstellung der Marktkapazität nach Szenario 3 (500 kW <sub>el</sub> , 860 kW <sub>th</sub> ) der Sensitivitätsanalyse .....	87
Tabelle 12: Gewichtung der Kriterien nach Zangenmeister .....	89
Tabelle 13: Punkteschema nach Zangenmeister .....	93
Tabelle 14: Übersicht der Standortanalyse .....	94
Tabelle 15: Mitbewerber am europäischen Markt der Holzgaserzeuger.....	96
Tabelle 16: Auflistung der wichtigsten europäischen Produzenten von ORC-Anlagen .....	97
Tabelle 17: Auflistung der wichtigsten europäischen Produzenten von Stirling-Motoren ...	98
Tabelle 18: Größenordnungsmäßige Emissionsgrenzwerte für Anlagen die mit dem Prinzip der Pyrolyse betrieben werden .....	101
Tabelle 19: Grenzwerte für Emissionen ins Abwasser.....	102
Tabelle 20: Jährlich vom Staat Italien maximal geförderte Leistung verschiedener Technologien	104
Tabelle 21: Kategorisierung von Biomasse.....	104
Tabelle 22: Fördertarife nach Ministerialdekret im Jahr 2013 .....	106
Tabelle 23: Grenzwerte für die staatliche Emissionsprämie .....	107
Tabelle 24: Dimensionen der Virtuellen Maschine lt. Gesetzlicher Vorgabe .....	108
Tabelle 25: Technische Randbedingungen der betrachteten Anlage .....	112

Tabelle 26:	Wirtschaftliche Randbedingungen der betrachteten Anlage, Investitionskosten	113
Tabelle 27:	Qualitätsmerkmale der Hackgutkategorien .....	114
Tabelle 28:	Preise des Hackschnittzels auf dem italienischen Markt (Stand September 2013)	114
Tabelle 29:	Aufstellung der Kosten für den Instandhaltungsvertrag nach VDI 2067.....	118
Tabelle 30:	Wirtschaftliche Randbedingungen der betrachteten Anlage, Betriebskosten	119
Tabelle 31:	Wirtschaftliche Randbedingungen der betrachteten Anlage, Einnahmen .....	120
Tabelle 32:	Wirtschaftliche Randbedingungen der betrachteten Anlage, Inflation & Preissteigerungen .....	123
Tabelle 33:	Wirtschaftliche Randbedingungen der betrachteten Anlage, Finanzierung allgemein	124
Tabelle 34:	Wirtschaftliche Randbedingungen der betrachteten Anlage, Finanzierung ...	124
Tabelle 35:	Cash Flow der betrachteten Anlage, Teil 1/2 .....	125
Tabelle 36:	Cash Flow der betrachteten Anlage, Teil 2/2 .....	126
Tabelle 37:	Weitere Kennzahlen der betrachteten Anlage (250 kW <sub>el</sub> , 100% Fremdkapitalfinanzierung).....	127
Tabelle 38:	Übersicht Kuppelproduktkalkulation; Strom Hauptprodukt, Wärme Nebenprodukt.....	128
Tabelle 39:	Übersicht Kuppelproduktkalkulation nach Verteilungsmethode statisch .....	128
Tabelle 40:	Berechnung der Kosten nach mit Berücksichtigung des preisdynamischen Annuitätsfaktors .....	129
Tabelle 41:	Übersicht Kuppelproduktkalkulation nach Verteilungsmethode dynamisch ...	129
Tabelle 42:	Wirtschaftliche Randbedingungen der betrachteten Anlage (250 kW <sub>el</sub> , 50% Fremdkapitalfinanzierung).....	132
Tabelle 43:	Weitere Kennzahlen der betrachteten Anlage (250 kW <sub>el</sub> , 50% Fremdkapitalfinanzierung).....	132
Tabelle 44:	Wirtschaftliche Randbedingungen der betrachteten Anlage (250 kW <sub>el</sub> , 0% Fremdkapitalfinanzierung).....	133
Tabelle 45:	Weitere Kennzahlen der betrachteten Anlage (250 kW <sub>el</sub> , 0% Fremdkapitalfinanzierung).....	133
Tabelle 46:	Weitere Kennzahlen der betrachteten Anlage (150 kW <sub>el</sub> , 100% Fremdkapitalfinanzierung).....	136
Tabelle 47:	Weitere Kennzahlen der betrachteten Anlage (200 kW <sub>el</sub> , 100% Fremdkapitalfinanzierung).....	137
Tabelle 48:	Weitere Kennzahlen der betrachteten Anlage (250 kW <sub>el</sub> , 100% Fremdkapitalfinanzierung).....	138

---

Tabelle 49: Verhalten von dynamischer Amortisationsdauer und Return on Investment bei Variieren des Verkaufspreises (Anlage 250 kW <sub>el</sub> , 100% Fremdkapitalfinanzierung).....	141
Tabelle 50: Übersicht der Ergebnisse der Marktanalyse .....	142
Tabelle 51: Herstellkosten und Verkaufspreis von Strom und Wärme bei Betrieb der Anlage mit 250 kW <sub>el</sub> .....	144
Tabelle 52: Emissionsvorgabe für die Genehmigung des Holzgaserzeugers in Südtirol im Vergleich mit den aktuellen Werten und den zukünftigen Zielen .....	145

## Abkürzungsverzeichnis

a	Jahr, Maßeinheit für Zeit, entsprechend 31.536.000 s (Gemeinjahr)
Anm.	Anmerkung
ASUE	Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.
BHKW	Blockheizkraftwerk
B2B	Business-to-Business, zwischen zwei Unternehmen
B2C	Business-to-Customer, zwischen Unternehmen und Endverbraucher
ca.	circa, ungefähr
d.h.	das heißt
E <sub>bez</sub>	Emission auf Bezugsniveau
E <sub>gem</sub>	Emission auf gemessenem Niveau
etc.	et cetera, entspricht usw.
e.V.	eingetragener Verein
EUR	Euro
€	Euro
G	Giga, Vorsatz für Maßeinheit, entsprechend 10 <sup>9</sup>
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
h	Stunde, Maßeinheit für Zeit, entsprechend 3600 s
h/a	Stunden pro Jahr
iSv	im Sinne von
J	Joule, Maßeinheit für Energie
J/mol	Joule pro mol, Energieeinheit pro Stoffmenge
k	Kilo, Vorsatz für Maßeinheit, entsprechend 10 <sup>3</sup>
kg	Kilogramm, Maßeinheit für Gewicht, SI-Einheit
KWB	Firma des Auftraggebers, Unternehmen mit Sitz in St. Margarethen/Raab, Steiermark
kWh/kg	Wattstunde pro Kilogramm, Energie pro Gewichtseinheit
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung, die Eigenschaft einer Maschine, zwei Energiearten gleichzeitig bereit zu stellen, z.B. Strom und Wärme

---

l	Liter, Maßeinheit für Volumen, entsprechend $10^{-3} \text{ m}^3$
lt.	laut
M	Mega, Vorsatz für Maßeinheit, entsprechend $10^6$
m	Milli, Vorsatz für Maßeinheit, entsprechend $10^{-3}$
$\text{m}^3$	Kubikmeter, Maßeinheit für Volumen
$\text{m}^3\text{FS}$	
MA	Mitarbeiter
mg/l	Milligramm pro Liter, Maßeinheit für Masse pro Volumen
$\text{mg/Nm}^3$	Milligramm pro Normkubikmeter, Maßeinheit für Masse pro Volumen
mol	Mol, Maßeinheit für Stoffmenge, SI-Einheit
$\text{Nm}^3$	Normkubikmeter, Gasmenge unter bestimmten Bedingungen (Normbedingungen)
n. v.	nicht vorhanden
ORC	Organic Rankine Cycle, eine Art der KWK, Ähnlich dem Dampfprozess, mit Thermoöl anstatt Wasser
$O_{\text{bez}}$	Bezugssauerstoff
$O_{\text{gem}}$	Sauerstoffgehalt bei der Messung
PES	Primary Energy Savings
Pkt.	Punkt
ROI	Return on Investment, Wirtschaftskennzahl, siehe Kapitel 2.2.2.5, Seite 24
s	Sekunde, Maßeinheit für Zeit, SI-Einheit
S.	Seite
t	Tonne, Maßeinheit für Gewicht, entsprechend 1.000 kg
t/a	Tonne pro Jahr
u.a.	unter anderem
usw.	und so weiter
VDI	Verein deutscher Ingenieure
vgl.	vergleiche
W	Watt, Maßeinheit für Leistung
$W_{\text{brst}}$	Watt Brennstoff, Brennstoffwärmeleistung
$W_{\text{el}}$	Watt elektrisch, Elektrische Leistung

$W_{th}$	Watt thermisch, Thermische Leistung
Wh	Wattstunde, Maßeinheit für Energie, entsprechend 3.600 J
$Wh_{el}$	Wattstunde elektrisch, Elektrische Energie
$Wh_{th}$	Wattstunde thermisch, Elektrische Energie
Wh/a	
z.B.	zum Beispiel
°C	Grad Celsius, Temperaturskala

#### Chemische Elemente und Moleküle

C	Kohlenstoff
CH <sub>4</sub>	Methan
CO	Kohlenmonoxid
CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid
H	Wasserstoff
H <sub>2</sub>	Wasserstoffmolekül
H <sub>2</sub> O	Wasser
N <sub>2</sub>	Stickstoffmolekül
NO	Stickstoffmonoxid
NO <sub>2</sub>	Stickstoffdioxid
NO <sub>x</sub>	Stickoxide, der zusammenfassende Begriff für NO und NO <sub>2</sub>
O	Sauerstoff
O <sub>2</sub>	Sauerstoffmolekül
PM10	Feinstaubpartikel

#### Griechische Zeichen

$\Delta H$	Enthalpiedifferenz
$\lambda$	Luftverhältnis
$\eta$	Wirkungsgrad

## Anhang

**Anhang 1:** Titel des Anhangs 1 • MINISTERIALDEKRET vom 10. Juli 2012: Attuazione dell' Art. 24 del decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28, recante incentivazione della produzione di energia elettrica da imoianti a fonti rinnovabili diversi dai fotovoltaici., in: MINISTERIO DELLA GIUSTIZIA (Hrsg.): Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale,, n. 159 del 10 luglio 2012 – Serie generale, N. 143, Parte Prima, Rom 10.Juli 2012, S. 38-102..... **1**

**Anhang 2:** MINISTERIALDEKRET vom 5. September 2011: Definizione del nuovo regime di sostegno per la cogenerazione ad alto rendimento., in: MINISTERIO DELLA GIUSTIZIA (Hrsg.): Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, n. 218 del 19 settembre 2011 – Serie generale, Parte Prima, Rom 19.September 2011, S. 70-91 ..... **2**

Anhang 1: Titel des Anhangs 1 • MINISTERIALDEKRET vom 10. Juli 2012: 1  
Attuazione dell' Art. 24 del decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28, recante  
incentivazione della produzione di energia elettrica da imoianti a fonti rinnovabili  
diversi dai fotovoltaici

---

**Anhang 1:** Titel des Anhangs 1 • MINISTERIALDEKRET vom 10. Juli  
2012: Attuazione dell' Art. 24 del decreto legislativo 3 marzo 2011,  
n. 28, recante incentivazione della produzione di energia elettrica  
da imoianti a fonti rinnovabili diversi dai fotovoltaici., in:  
MINISTERIO DELLA GIUSTIZIA (Hrsg.): Gazzetta Ufficiale della  
Repubblica Italiana, supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale",  
n. 159 del 10 luglio 2012 – Serie generale, N. 143, Parte Prima,  
Rom 10.Juli 2012, S. 38-102

Für den vollständigen Gesetzestext, siehe Anhang auf Daten-CD (liegt bei).

Anhang 2: MINISTERIALDEKRET vom 5. September 2011: Definizione del nuovo regime di sostegno per la cogenerazione ad alto rendimento., in: MINISTERIO DELLA GIUSTIZIA (Hrsg.): Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, n. 218 del 19 settembre 2011 – Serie 2

---

**Anhang 2:** MINISTERIALDEKRET vom 5. September 2011: Definizione del nuovo regime di sostegno per la cogenerazione ad alto rendimento., in: MINISTERIO DELLA GIUSTIZIA (Hrsg.): Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, n. 218 del 19 settembre 2011 – Serie generale, Parte Prima, Rom 19. September 2011, S. 70-91

Für den vollständigen Gesetzestext, siehe Anhang auf Daten-CD (liegt bei).