



Ernst FRIEDL, BSc

# **Einflussanalyse elementarer Produktionsfaktoren auf die Kostenstruktur eines Turbogenerators**

## **Masterarbeit**

Masterstudium Elektrotechnik Wirtschaft

Vertiefungsrichtung Energietechnik und Automatisierungstechnik

Technische Universität Graz

Institut für Industriebetriebslehre und Innovationsforschung

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Ramsauer

Graz, Juni 2013

## 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)

## Danksagung

Mein größter Dank gilt meinem Betreuer Herrn Dipl.-Ing. (FH) Werner Derler, der mir in der Andritz Hydro GmbH, wo ich den Großteil meiner Zeit für dieses Projekt verbracht habe, stets mit Rat und Tat zur Seite gestanden ist. Besonders erwähnen möchte ich die äußerst gute Zusammenarbeit als Mensch mit ihm. Dafür lieber Werner herzlichen Dank. In gleichem Maße möchte ich mich auch bei meinem Betreuer, seitens der Technischen Universität Graz, Herrn Dipl.-Ing. Dr. techn. Georg Premm bedanken. Danke für die gute Zusammenarbeit und den wertvollen Tipps für meine Diplomarbeit. Ganz besonders möchte ich mich auch bei dem Team vom Einkauf bedanken, ohne die diese Arbeit niemals möglich gewesen wäre. Speziell möchte ich folgenden Personen ganz besonders meinen Dank aussprechen, Ing. Mag. Herbert Derler, Herr Gernot Ertl, Ing. Herbert Mahr, Frau Brigitte Maurer, Mag. Zlatana Stojanovic und Ing. Florian Ziegerhofer. Ganz besonderer Dank gilt auch Herrn Ing. Mag. Jürgen Holzer, Division Manager in der Sparte Turbogeneratoren bei der Andritz Hydro GmbH und dem Institutsleiter am Institut für Industriebetriebslehre und Innovationsforschung an der Technischen Universität Graz Herrn Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Ramsauer. Sie alle haben mit Ihren langjährigen Erfahrungen und vielfältigem Wissen entscheidende Anregungen und Lösungsansätze für bestimmte Fragestellungen geliefert. Ebenfalls bedanken möchte ich mich bei Dipl. Ing. (FH) Robert Fruhwirth und Ing. Heinz Wild, die sich immer wieder sehr konstruktiv in das Projekt eingebracht haben.

Abschließend möchte ich meinen aufrichtigsten Dank an meine Familie aussprechen. Ich möchte mich bei Euch für die Möglichkeit, die Ihr mir gegeben habt, überhaupt erst ein Studium zu beginnen und die in dieser Zeit von Euch erfolgte Unterstützung in allen Lebenslagen herzlich bedanken. Beenden möchte ich meine Danksagung mit den Worten:

Ein Leben voller Freundschaft ist ein gutes Leben.

## Kurzfassung

Die Aufgabe der vorliegenden Arbeit besteht darin, die Kostenstruktur eines Turbogenerators zu analysieren und sowohl tabellarisch mit Werten, als auch grafisch in Form eines Strukturbaumes darzustellen. Ein weiteres Ziel dieser Diplomarbeit ist, ein Kalkulationstool basierend auf dem Programm Microsoft Excel zu entwickeln, das zur Vorschauberechnung der Herstellkosten eines ausgewählten Generators der Andritz Hydro GmbH dienen soll. Das Kalkulationstool soll es ermöglichen, aufgrund von Preisänderungen der elementaren Kostenfaktoren sowohl auf die Baugruppenkosten als auch auf die gesamten Herstellkosten des Generators zu schließen.

Zunächst werden die Kosten des Generators, mit Hilfe einer ABC Analyse nach ihrer Wertigkeit gereiht. Danach werden jene Baugruppen definiert, für die eine genauere Betrachtung der Kostenzusammensetzung angestellt wird. Im Anschluss daran, werden die Kostenstrukturen der Lieferanten analysiert. Dies geschieht mit Hilfe direkter Anfragen beim Lieferanten, Abschätzungen der Experten bei der Andritz Hydro GmbH und mit den Erfahrungswerten bei der Eigenproduktion bestimmter Baugruppen. Auf dieser Basis wird mit Hilfe von gängigen Kostenrechnungsmethoden von einem Verkaufspreis des Lieferanten auf seine Einsatzfaktorkosten zurückgerechnet. Mit dem Wissen über den Preis und die Menge der Einsatzfaktoren ist es möglich über Indexpreissteigerungen der Elementarfaktoren die zukünftigen Preisentwicklungen der Lieferanten abschätzen zu können.

Diese Vorausschauberechnungen dienen der Argumentation im Rahmen von Preisverhandlungen, sowohl mit den Lieferanten, als auch mit den Kunden der Andritz Hydro GmbH. Ein weiteres Anwendungsgebiet für das Kalkulationstool stellen die so genannten Eskalationsformeln dar. Diese Formeln werden verwendet um bei längerfristigen Projekten mit Hilfe verschiedener Erzeugerpreis- und Lohnpreisindizes die Preise der aktuellen Wirtschaftslage anzupassen. Dabei wird lediglich eine Abschätzung des Material- und Lohnkostenanteils am Gesamtpreis des Generators vorgenommen und mit einer passenden Indexwertsteigerung multipliziert. Das Kalkulationstool hingegen beinhaltet eine detaillierte Kostenaufstellung der einzelnen Baugruppen des Generators und zusätzlich die Kostenstrukturen der eigenen Unternehmung sowie die an der Produktion beteiligten Lieferanten und ermöglicht es damit eine viel genauere Prognose abzugeben.

## Abstract

The objective of this thesis is to analyze the cost structure of a turbogenerator and represent the results as tabular values, as well as graphically in the form of a tree diagram. A further objective of this thesis is to develop a calculation tool based on the Microsoft Excel program to calculate the production costs of a selected generator of Andritz Hydro GmbH in advance. The calculation tool should make it possible to get the manufacturing costs of the components as well as the manufacturing costs of the entire generator by changing the elementary cost factors.

First, the costs of the generator get ranked on their values by using an ABC analysis. Afterwards the components get defined for which a closer look at the cost composition is employed. Subsequently, the cost structures of the suppliers get analyzed. This is done by using direct requests to the suppliers, estimates of the experts at Andritz Hydro GmbH and with the experience of in-house production of certain components. After that a calculation, using standard cost accounting methods, is used to get from the retail price of a supplier to the input factor costs. With the knowledge of the price and quantity of input, it is possible to get the future price at the supplier by estimating the price index of the elementary factors.

This forecast calculations are used in price negotiations, with both suppliers and customers of Andritz Hydro GmbH. A further field of application for the calculation tool are the so-called escalation formulas. These formulas are used for long term projects with the help of various producer price and wage price indices to adjust the prices of the current economic situation. Therefore an estimate of the material and labor cost share of the total price of the generator is made and multiplied by an appropriate index value. The calculation tool, however, contains a detailed statement of the individual components of the generator and also the cost structures of private enterprise and the providers who are involved in the production and thus makes it possible to give a much more accurate forecast.

# Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
1.1	Die Unternehmung Andritz Hydro GmbH .....	2
2	Aufgabenstellung und Zielsetzung .....	6
2.1	Vorgehensweise.....	6
2.2	Rahmenbedingungen .....	7
3	Aufbau eines Turbogenerators .....	10
3.1	Funktionsweise der Synchronmaschine (SM) .....	10
3.1.1	Drehzahlstellung der Synchronmaschine .....	13
3.1.2	Anlauf der Synchronmaschine .....	14
3.1.3	Der Synchronisierungsvorgang .....	15
3.2	Erregung der Synchronmaschine .....	16
3.2.1	Gleichstromerregemaschine .....	16
3.2.2	Drehstromerregemaschinen.....	18
3.2.3	Statische Erregereinrichtungen .....	19
3.3	Baugruppen des betrachteten Generators .....	20
4	Die Kostenrechnung.....	24
4.1	Ziele und Aufgaben der Kostenrechnung .....	24
4.2	Verrechnungsprinzipien der Kostenrechnung .....	26
4.3	Unterteilung nach Kostenarten .....	28
4.3.1	Personalkosten .....	28
4.3.2	Materialkosten.....	31
4.3.3	Energiekosten .....	32
4.3.4	Steuern, Beiträge, Versicherungen .....	32
4.3.5	kalkulatorische Kosten .....	33
4.4	Ermittlung der Zuschlagsätze .....	34
4.5	Kostenträgerrechnung.....	35
4.5.1	Divisionskalkulation.....	35
4.5.2	Zuschlagskalkulation.....	36

4.5.3	Kuppelkalkulation .....	37
5	Zuschlagskalkulation des Generators A .....	38
6	Bewertung der Priorität der einzelnen Baugruppen .....	41
6.1	Baugruppen des Generators .....	41
6.2	Baugruppenaufstellung in der 1. Ebene .....	43
6.3	Baugruppenaufstellung in der 2. Ebene .....	47
6.3.1	ABC Analyse der Fertigungskosten Intern 2. Ebene .....	51
6.3.2	ABC Analyse der Transportkosten Ebene 2.....	52
7	Bewertung der Priorität der einzelnen Lieferanten .....	54
7.1	ABC Analyse nach Lieferumfang je Lieferant 2. Ebene.....	54
8	Abgleich der Priorität von Baugruppe und Lieferant .....	58
9	Sonderfall des Stammkunden (Kunde A) .....	63
9.1	Ausscheidung der Index Baugruppen .....	65
9.2	Zusammenführung einzelner Baugruppen .....	66
9.3	ABC Analyse nach neuen Baugruppen ohne Index 2. Ebene .....	67
9.4	Ausgewählte Baugruppen für die OUTSIDE - IN Betrachtung .....	70
10	Ermittlung der Elementarfaktoren (ELF) .....	71
10.1	Kostenstruktur der Lieferanten .....	72
10.2	Auswertung der Elementarfaktoren (ELF) .....	74
11	Kalkulationstool „GenoCalc“ .....	77
11.1	Aufbau des Programms.....	77
11.1.1	Ordnerstruktur .....	77
11.1.2	Baugruppenfile .....	79
11.1.3	Lieferantenfile.....	79
11.1.4	Strukturfile .....	80
11.1.5	Ein-/Ausgabefile .....	81
11.2	Funktionsweise des Kalkulationstools .....	82
12	Schlussfolgerungen und Ausblick.....	84
	Abbildungsverzeichnis .....	86
	Tabellenverzeichnis.....	87

Literaturverzeichnis .....	88
Abkürzungsverzeichnis.....	92
Anhang A: Zeitplan für das Projekt .....	i
Anhang B: Fragebogen für Experteninterview .....	ii
Anhang C: ABC Analyse nach den Baugruppenkosten (Material) 1. Ebene .....	iii
Anhang D: ABC Analyse nach Lieferumfang je Lieferant 2. Ebene .....	iv
Anhang E: ABC Analyse nach Baugruppenkosten ohne Indexbaugruppen NEU.....	v
Anhang F: VBA Quellcode für das Excel Programm .....	vi
Anhang G: Sturkturbaum Generator „A“ .....	xi

# 1 Einleitung

Spätestens seit der Wirtschaftskrise im Jahr 2008/09<sup>1</sup> und der daraus resultierenden geringeren Nachfrage am Markt, ist es für Unternehmen von erheblicher Bedeutung ihre jeweiligen Kostenstrukturen an die Marktgegebenheiten anzupassen.<sup>2</sup>

Dafür ist es notwendig die eigenen Kosten des Unternehmens so genau wie möglich zu kennen, um daraus Optimierungsmaßnahmen ableiten zu können. Zusätzlich ist es auch notwendig die Kostenstrukturen der Lieferanten zu kennen um, über die eigenen Kostenstrukturen hinaus, Kostenwahrheit zu erhalten.

Die Division „Generator Turbo“ der Andritz Hydro GmbH schließt mit ihren Kunden Rahmenverträge über einen Zeitraum von bis zu 5 Jahren ab. Mit den Lieferanten hingegen werden Jahresverträge abgeschlossen.<sup>3</sup> Das bedeutet, es ist notwendig über eine lange Zeit im Voraus die Preisentwicklung der an der Produktion beteiligten Einsatzfaktoren abzuschätzen, um konkrete Angebote an die Kunden abgeben zu können. Dafür muss aber der wertmäßige Anteil der Einsatzfaktoren an den Gesamtkosten des Produktes so genau wie möglich bekannt sein. Kennt man die Kostenstrukturen und den Einfluss der Elementarfaktoren auf die Herstellkosten, so stellen diese Informationen eine Verhandlungsbasis sowohl den Lieferanten, als auch den Kunden gegenüber dar. Dem Kunden kann man damit die Preissteigerungen des verkauften Produktes aufgrund von Rohmaterial- und Lohnpreissteigerungen erklären und anhand produktspezifischer Daten erläutern. Dem Lieferanten gegenüber ist es möglich dessen Preissteigerungen nachzuvollziehen und ihm Argumente für zu hohe Preisangaben zu unterbreiten.

---

<sup>1</sup> Vgl. Deutsche Bundesbank (2013), Zugegriffen am 5.6.2013

<sup>2</sup> Vgl. Rammer (2011), S.3

<sup>3</sup> Gespräch mit Herrn Derler Werner (15.02.2013), Division Controller bei GT

## 1.1 Die Unternehmung Andritz Hydro GmbH

Die Andritz Hydro GmbH ist einer der weltweit führenden Zulieferer für elektromechanische Systeme und Dienstleistungen im Bereich Wasserkraftwerke. Im Unternehmen gilt der Leitsatz „From Water to Wire“. Die Aussage bedeutet, technische Lösungen rund um den Wasserkraftwerksbau anbieten zu können. Das gesamte Spektrum der Andritz Hydro gliedert sich in 5 Divisionen. Diese sind in der nachstehenden Abb. 1.1 ersichtlich.<sup>4</sup>



Abb. 1.1 Organisationsstruktur der Unternehmung Andritz Hydro<sup>5</sup>

Die Division „Large Hydro“ liefert Gesamtausrüstungen für Wasserkraftwerke, dies beginnt bei der Projektierung und geht bis zur Erstellung von Überwachungs- und Diagnosesystemen. Kleine und mittlere Wasserkraftanlagen bis zu einer Leistung von 30 MW pro Maschine werden von der Division „Compact Hydro“ realisiert. Für Lösungen, Produkte und Dienstleistungen über den gesamten Lebenszyklus von Wasserkraftanlagen ist „Service & Rehab“ zuständig. Die Division „Pumps“ stellt Pumpen zum Wassertransport, für die Energieversorgung, Papier- und Zellstoff- sowie Chemie- und Nahrungsmittelindustrie her.<sup>6</sup>

<sup>4</sup> Vgl. Andritz Hydro (2013a), S. 2ff.

<sup>5</sup> Quelle: Andritz Hydro (2013a), S. 5

<sup>6</sup> Vgl. Andritz Hydro (2013a), S. 11ff.

### Division Generator Turbo

In der Division Generator Turbo die sich am Standort Weiz in der Steiermark befindet, werden Turbo Generatoren für Gas- und Dampfturbinen im Leistungsbereich von 10 bis 350 MVA gefertigt. Die nachstehende Abb. 1.2 soll einen groben Einblick in das Produktspektrum der 50 Hz Generatoren der Division zeigen.

MVA @ 40°C Kaltluft	Power Factor P.F.	Voltage	Short circuit ratio (SCR)	Subtransient Reactanz x <sub>d</sub> <sup>7</sup>	Efficiency	Transport dimensions (OV) (LxWxH meters)	Dimensions (TEWAC) (LxWxH meters)	Rotor Weight	Stator Weight	Total Weight	Design	Preferred Cooling	Applicable gas turbines (t)	Illustration
51 MVA	■	11,5 kV	■	■	■	5,9x3,2x2,6	5,9x3,2x3,6	15,2 t	61,3 t	76,5 t	3 Piece	TEWAC	■	
104 MVA	■	11,5 kV	■	■	■	8,7x3,6x3,4	8,7x3,6x4,5	26,0 t	124,4 t	150,4 t	Base-Frame	TEWAC	■	
151 MVA	■	11,5 kV	■	■	■	8,8x3,9x3,6	8,8x3,9x5,2	32,2 t	147,5 t	179,7 t	Endshield	TEWAC	■	
175 MVA	■	15 kV	■	■	■	8,7x3,8x3,9	8,7x3,8x5,5	37,8 t	143,7 t	181,5 t	Endshield	TEWAC	■	
212,5 MVA	■	15,75 kV	■	■	■	10,3x3,9x4,2	10,3x3,9x6,0	43,9 t	209,6 t	260,0 t	Endshield	TEWAC	■	
330 MVA	■	15,75 kV	■	■	■	N/A	11,3x4,2x5,1	43,3 t	238 t	282,5 t	Endshield	H <sub>2</sub> -cooled	■	

Abb. 1.2 Produktübersicht Turbo Generatoren 50 Hz<sup>7</sup>

Die Produktpalette untergliedert sich in folgende drei Leistungsbereiche, diese unterscheiden sich in Anzahl der Pole und Art der Kühlung:

- 10 bis 50 MVA      4 Pole, Luftkühlung
- 50 bis 215 MVA    2 Pole, Luftkühlung
- 250 bis 350 MVA   2 Pole, Wasserstoffkühlung

Eine weitere Unterscheidung der Turbogeneratoren wird durch die Art des Aufbaus vorgenommen. Hierbei unterscheidet man zwischen dem „3 Piece“, welcher für Generatoren der kleinsten Leistungsklasse verwendet wird, dem „Base-Frame“, dieser wird in der mittleren Leistungsklasse verwendet und dem „Endshield“, das für die Generatoren im oberen Leistungssegment eingesetzt wird.<sup>8</sup>

<sup>7</sup> Quelle: Andritz Hydro (2009), S. 4

<sup>8</sup> Vgl. Andritz Hydro (2009), S. 2ff.

Am Standort Weiz werden auch Turbogeneratoren für 60 Hz Versorgungsnetze gefertigt, unter anderem der Generator „A“. Dieser Typ wird für die nachstehenden Kostenbetrachtungen herangezogen. Alle Bezeichnungen und Angaben sowie das Kalkulationstool und der Strukturbaum beziehen sich auf dieses Modell.



**Abb. 1.3 Generator A mit Abdeckung und Transportsicherung<sup>9</sup>**

Der Unterschied zu den 50 Hz Generatoren liegt in der Drehzahl der Welle. Während sich der zweipolige Läufer eines 50 Hz Generators mit einer Drehzahl von 3000 U/min. bewegt, sind es bei einem zweipoligen 60 Hz Generator 3600 U/min. Das bedeutet, dass an die Welle und im speziellen an die Rotorzähne höchste Anforderungen aufgrund der hohen Drehzahlen und damit verbundenen Fliehkräfte gestellt werden.<sup>10</sup>

Eingesetzt wird dieser Typ hauptsächlich in Kombination mit schnelllaufenden Turbinen, wie z.B. Gas- und Dampfturbinen. Diese werden dann ihrerseits mit Dampf, der durch die Verbrennung der Primärenergieträger Steinkohle, Braunkohle, Erdgas, oder Erdöl entsteht gespeist. Eine weitere Möglichkeit ist der Betrieb der Turbinen mit Dampf, der mit Hilfe der frei werdenden Energie bei der Kernspaltung in Atomkraftwerken erzeugt wird, oder in Gasturbinen, die das Gas direkt in der Turbine verbrennen.<sup>11</sup>

<sup>9</sup> Quelle: Andritz Hydro (2009), S. 8

<sup>10</sup> Vgl. Müller/Ponick (2006), S. 584

<sup>11</sup> Vgl. Müller/Ponick (2006), S. 485

Im Detail handelt es sich bei dem betrachteten Generator „A“ um einen Turbogenerator mit einer elektrischen Scheinleistung von 111 MVA und einer elektrischen Betriebsspannung von 13,8 kV. Die Synchronmaschine ist als Vollpolmaschine mit 2 Polen ausgeführt. Diese Bauart wird hauptsächlich für Turbogeneratoren verwendet, bei Generatoren mit niedrigeren Drehzahlen werden Schenkelpolmaschinen eingesetzt. Diese ermöglichen aufgrund der höheren Polpaarzahl eine geringere Drehzahl der Rotorwelle. Beispiele für Antriebsmaschinen der Schenkelpolmaschine sind:<sup>12</sup>

- Kolbenkraftmaschinen wie z. B. Schiffsdiesel
- Wasserturbinen
- Windkrafträder

Der Aufbau ist eine „Base-Frame“ Konstruktion, das bedeutet das Statorgehäuse ist auf einem Grundrahmen aufgesetzt. Statorgehäuse und Grundrahmen bilden nicht von vornherein, sondern erst am Ende des Fertigungsprozesses eine Einheit. Diese Art von Aufbau ermöglicht eine modulare Fertigung der Baugruppen.

Der Generator hat ein Gewicht von 145 Tonnen und nimmt ein Raumvolumen von rund 110 m<sup>3</sup> ein. Seine Abmessungen belaufen sich auf eine Länge von 8,7 m bei einer Breite von 3,6 m und einer Höhe von 3,5 m.<sup>13</sup>

Die Erregerleistung, welche zur Ausbildung der Pole des Generators benötigt wird, liefert eine bürstenlose Erregermaschine, die sich auf der Welle des Generators befindet. Im Kapitel 3.2 „*Erregung der Synchronmaschine*“ wird die Funktionsweise der bürstenlosen Erregung näher beschrieben.

---

<sup>12</sup> Vgl. Müller/Ponick (2006), S. 485

<sup>13</sup> Vgl. Andritz Hydro (2009), S. 8

## 2 Aufgabenstellung und Zielsetzung

Die Unternehmung muss sich der Aufgabe stellen, eine nachvollziehbare Argumentation in Preisverhandlungen mit Zulieferern und Kunden zu erarbeiten. Bisher wurden mit Kunden mehrjährige Rahmenverträge abgeschlossen, die nur eine sehr beschränkte Flexibilität zuließen. Mit Zulieferern hingegen werden Verträge jährlich neu verhandelt. Daher ist es dem Zulieferer möglich, Kostensteigerungen weiterzugeben. Jedoch ist es, durch den mehrjährigen Vertrag mit den Kunden, der Andritz Hydro GmbH nicht möglich, Kostensteigerungen durch Preisanpassungen weiterzugeben. Um diese Situation zu verbessern, ist es nötig, neben der Kenntnis über die eigenen Kostenstrukturen ein besseres Verständnis für die Kostenstruktur der Zulieferer zu entwickeln. Besonderes Augenmerk soll auf die Bereiche der eingesetzten Rohstoffe und Lohnkosten, unter Berücksichtigung der in der Herstellung beteiligten Produktionsstandorte, gelegt werden.<sup>14</sup>

### 2.1 Vorgehensweise

Für die Vorgehensweise wurde eine Grundstruktur erarbeitet, die in Abb. 2.1 dargestellt ist. Diese unterteilt sich in 2 Phasen:

#### **Phase I:**

In einem ersten Schritt wird die aktuelle Situation hinsichtlich Produktkostenstrukturen durchleuchtet. Dafür werden alle erforderlichen Informationen hinsichtlich der ausgewählten Baugruppen erhoben. Die wesentlich beteiligten Bereiche sind das Controlling sowie der Einkauf der Andritz Hydro GmbH. Zur Identifikation der wesentlichen Kostentreiber werden die erhobenen Daten in einem nächsten Schritt einer ABC Analyse zugeführt.

#### **Phase II:**

In der zweiten Phase werden die wesentlichen internen und externen Kostentreiber in einem Kalkulationstool, basierend auf dem Programm Microsoft Excel, zusammengeführt. Herangezogen wird, wie in der bestehenden Andritz Hydro - Kostenrechnung vorgesehen, eine Betrachtung auf Baugruppenbasis.

---

<sup>14</sup> Vgl. Premm (2013), S. 3

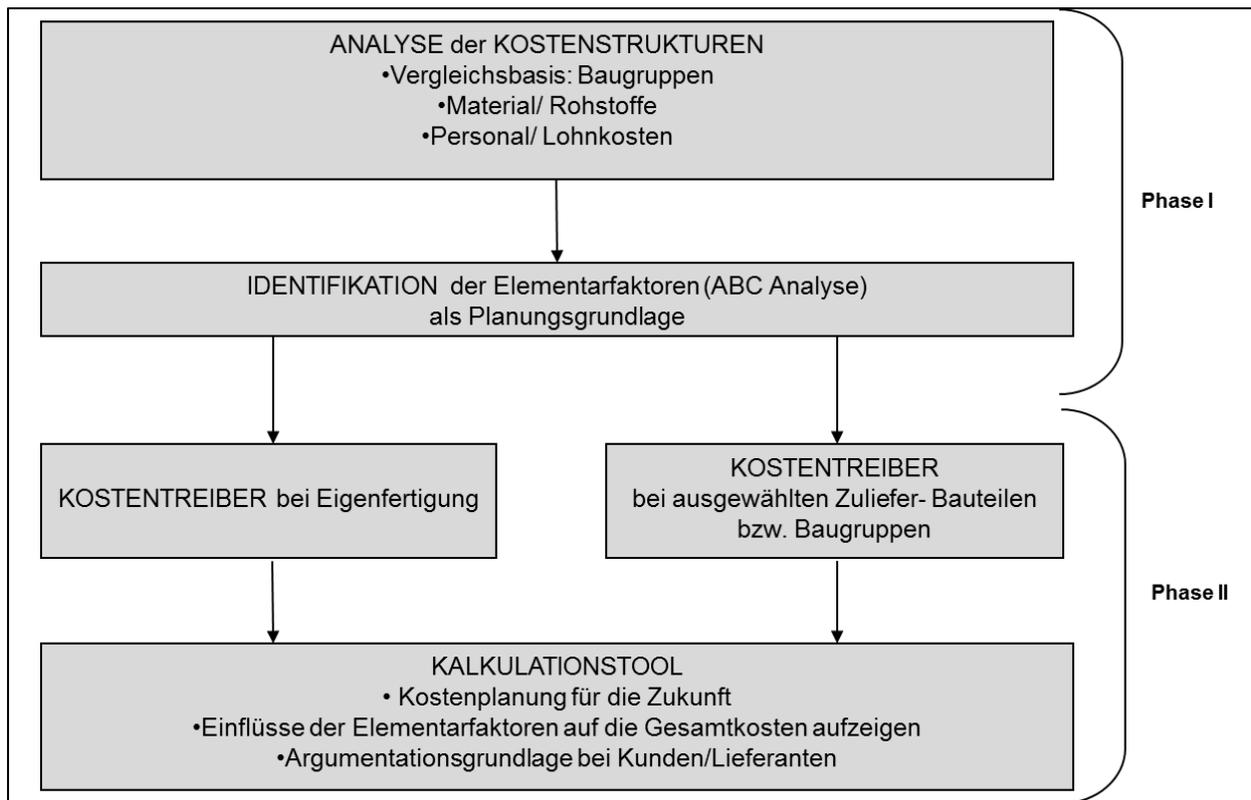


Abb. 2.1 Grundstruktur der Vorgehensweise des Projektes<sup>15</sup>

## 2.2 Rahmenbedingungen

In mehreren Gesprächen mit den Verantwortlichen bei der Andritz Hydro GmbH wurden detaillierte Ziele sowie ein zeitlicher Rahmen und Abgrenzungen bezüglich der Aufgabenstellung erarbeitet. Nachstehend sind die Ergebnisse aus diesen Gesprächen ersichtlich:

### 1. Ziele dieser Arbeit

- Es sollen die wichtigsten Kostentreiber, also jene Elementarfaktoren ermittelt werden, die einen erheblichen Teil der Gesamtkosten des Generators ausmachen
- Für die ermittelten Elementarfaktoren sollen logische und nachvollziehbare Regeln erstellt werden, mit welchen es möglich ist, auf die Herstellkosten der Baugruppen zu schließen.

<sup>15</sup> Quelle: Premm (2013), S. 4

- Die Berechnungen sollen in dem Programm Microsoft Excel durchgeführt werden, mit dem es in weitere Folge möglich sein soll, Vorschauberechnungen bezüglich der Herstellkosten des Generators aufgrund von Elementarpreisänderungen durchführen zu können.
- Das Kalkulationstool soll modular aufgebaut und für eine Erweiterung bzw. Adaptierung auf andere Generatortypen ausgelegt sein.
- Ein Strukturbaum mit den einzelnen Baugruppenkosten sowie den jeweiligen Einflüssen der Elementarfaktoren auf die verschiedenen Ebenen soll erstellt werden.

## 2. Definition der Eckpunkte

- Es wird der Generator „A“ mit seinen individuellen Baugruppen für die Betrachtung herangezogen.
- Währungsrisiken aufgrund von Kursschwankungen werden in dem Kalkulationstool nicht berücksichtigt.
- Der Sonderfall der Gleitpreisweitergabe an den Stammkunden soll ebenfalls betrachtet werden.

## 3. Zeitlicher Ablauf

- **Kick Off:** Das Kick Off Meeting stellt den offiziellen Start des Projekts dar. Darin werden Zielsetzungen sowie die zeitliche und inhaltliche Vorgehensweise abgestimmt. Darüber hinaus bietet dieses Treffen die Möglichkeit zum ersten Kennenlernen aller am Projekt beteiligten Personen.<sup>16</sup>

---

<sup>16</sup> Vgl. Premm (2013), S. 7

- **Workshop:** Im Projektverlauf ist ein ganztägiger Workshop vorgesehen. Darin sollen die Ziele im Detail definiert werden und Themen, wie z. B. Auswahl der Baugruppen/ -teile abgeklärt werden.<sup>17</sup>
- **Steering Meeting:** Steering Meetings dienen zum Abschluss der jeweiligen Projektphase. Es wird der Fortschritt des Projektes präsentiert und über weitere Schritte abgestimmt.<sup>18</sup>
- **Protokoll:** Die Abfassung eines Protokolls erfolgt nach jedem planmäßigen Treffen, wie Kick Off Meeting, Workshops und Steering Meetings. Zweck ist die schriftliche Dokumentation zur Vermeidung von Missverständnissen in der Zielkonzeption und Herangehensweise sowie eine einfachere Nachvollziehbarkeit der erarbeiteten Ergebnisse des Projektteams.<sup>19</sup>
- **Zeitplan:** Unter Berücksichtigung der in Kapitel 2.1 beschriebenen Vorgehensweise ergibt sich der, wie im Anhang ersichtliche, Zeitplan.<sup>20</sup>

---

<sup>17</sup> Vgl. Premm (2013), S. 7

<sup>18</sup> Vgl. Premm (2013), S. 7

<sup>19</sup> Vgl. Premm (2013), S. 7

<sup>20</sup> Vgl. Premm (2013), S. 7

### 3 Aufbau eines Turbogenerators

Ein Generator ist eine rotierende elektrische Maschine die mechanische in elektrische Energie umwandelt. Turbogeneratoren werden hauptsächlich bei Wärmekraftwerken, wie Kohle-, Gas- oder Kernkraftwerken in Kombination mit einer Gas- oder Dampfturbine eingesetzt. Die Kombination aus Turbine und Turbogenerator wird auch Turbosatz genannt.<sup>21</sup>

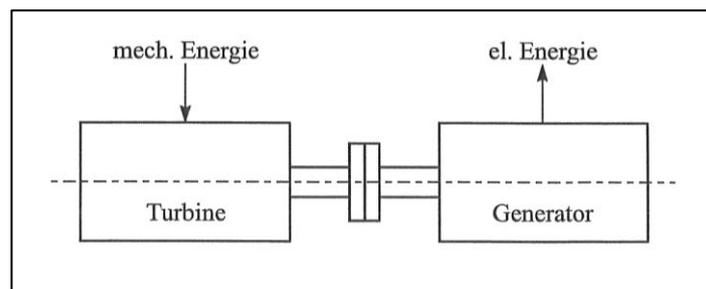


Abb. 3.1 Turbosatz<sup>22</sup>

#### 3.1 Funktionsweise der Synchronmaschine (SM)

Der Name dieser Maschine rührt daher, dass die Drehzahl des Läufers gleich der Drehzahl des umlaufenden magnetischen Feldes ist. Im weitesten Sinne handelt es sich bei der SM um zwei Wicklungssysteme, die über ein magnetisches Feld miteinander in Wechselwirkung stehen. Die beiden Wicklungen befinden sich auf zwei getrennten Armaturen. Der feststehende Teil wird Ständer oder auch Stator genannt und der rotierende Teil Läufer oder Rotor.<sup>23</sup>

<sup>21</sup> Vgl. Müller/Ponick (2006), S.203f.

<sup>22</sup> Quelle: Eigene Darstellung

<sup>23</sup> Vgl. Müller/Ponick (2006), S.485ff.

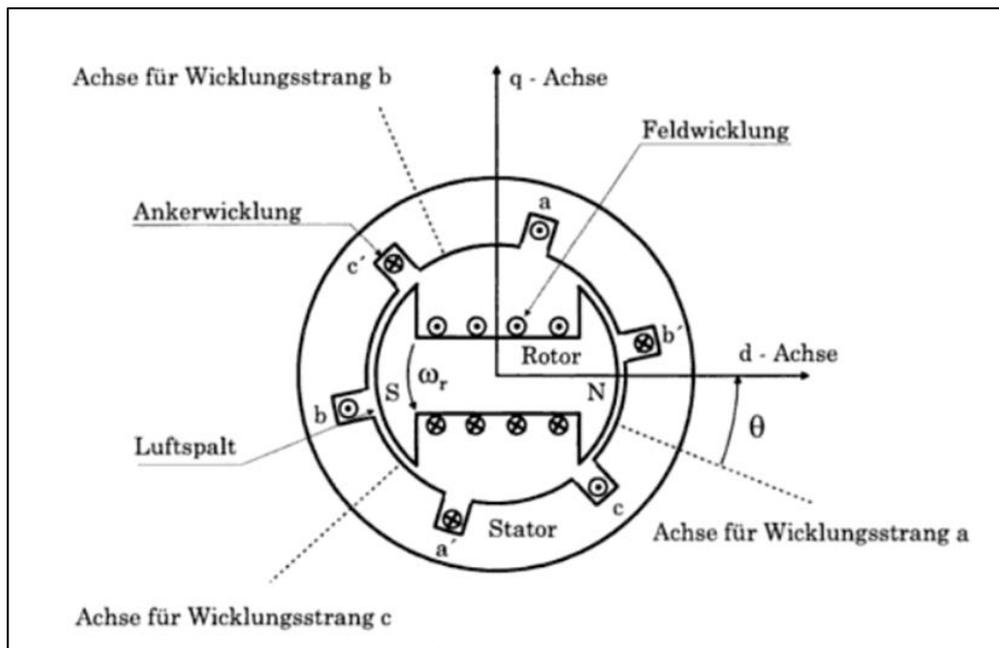


Abb. 3.2 Schnittbild einer Schenkelpolmaschine<sup>24</sup>

Die erste Wicklung dient zur Erzeugung eines magnetischen Flusses. Dieses Wicklungssystem wird als Erregerwicklung bezeichnet und befindet sich am Rotor. Die Speisung geschieht mit einem zeitlich konstanten Strom (Gleichstrom). Eine andere Möglichkeit einen magnetischen Fluss zur Verfügung zu stellen, bietet der Einsatz eines Permanentmagneten anstelle dieser Wicklung.<sup>25</sup>

Im zweiten Wicklungssystem (Ankerwicklung) die sich am Stator befindet und aus drei separaten Wicklungen besteht, kommt es nun aufgrund der zeitlichen Flussänderung, unter der Voraussetzung, dass sich der Rotor dreht, zu einer Spannungserzeugung. Dieses Phänomen wird auch Induktion genannt.<sup>26</sup>

Wird der elektrische Kreis über eine elektrische Last an den Klemmen des Generators geschlossen, so fließt ein der Last proportionaler Strom in der Ankerwicklung. Dieser Strom verursacht wiederum einen magnetischen Fluss, der sich mit dem Erregerfluss überlagert bzw. in Wechselwirkung tritt. Dieser Umstand bedingt, dass sich ein elektrodynamisches Drehmoment ausbildet, das wiederum die Möglichkeit der Umwandlung von mechanische in elektrische Energie und umgekehrt überhaupt erst ermöglicht.<sup>27</sup>

<sup>24</sup> Quelle: Miri (2000), S. 372

<sup>25</sup> Vgl. Fischer (1971), S. 234

<sup>26</sup> Vgl. Fischer (1971), S. 8ff.

<sup>27</sup> Vgl. Fuest/Döring (2004), S.109ff.

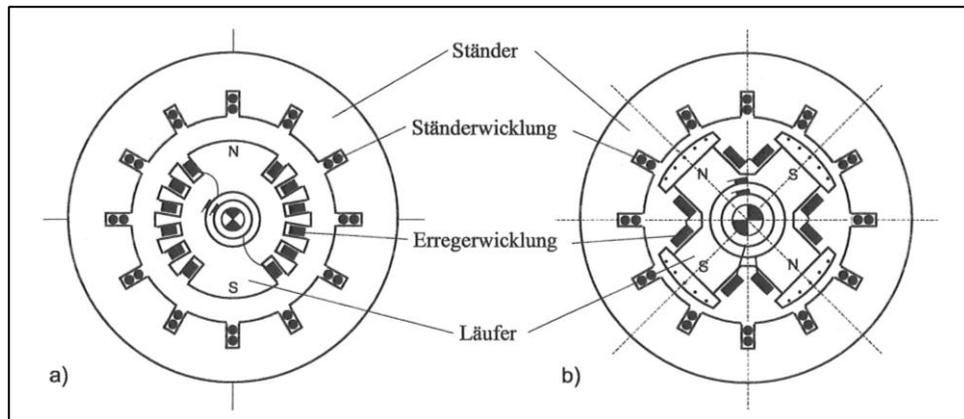
Bei den Synchronmaschinen wird in Bezug auf den Läufer zwischen zwei Bauformen unterschieden:

**a) Vollpolmaschine**

Hierbei handelt es sich um eine massive Welle mit eingefrästen Nuten, in denen sich die Erregerwicklung befindet. Der Wellendurchmesser ist aufgrund der Fliehkräfte begrenzt, wobei sich die typische schmale aber lange Bauform der Rotoren ergibt. Dabei ist aber zu beachten, dass die Länge wiederum von der Durchbiegung begrenzt ist. Der Ständer besteht aus geschichteten Blechen, in deren Nuten befindet sich die Ständerwicklung. Vollpolmaschinen werden als zwei- oder vierpolige Maschinen ausgeführt.<sup>28</sup>

**b) Schenkelpolmaschine**

Der Rotor besitzt in diesem Fall ausgeprägte Pole. Um jeden sogenannten Schenkel wird hierbei die Erregerwicklung, zur Erzeugung des Erregerfeldes, gewickelt. Schenkelpolmaschinen werden für geringere Drehzahlen verwendet, da sie einen größeren Durchmesser und mehrere Polpaare besitzen. Der Ständer unterscheidet sich zur Vollpolmaschine nicht. Schenkelpolmaschinen werden als vier- oder höherpolige Maschinen ausgeführt.<sup>29</sup>



**Abb. 3.3 Schematische Darstellung Vollpol- und Schenkelpolmaschine<sup>30</sup>**

<sup>28</sup> Vgl. Fischer (1971), S. 193f.

<sup>29</sup> Vgl. Fischer (1971), S. 194

<sup>30</sup> Quelle: Dannerer (2008/09) S. 218

### 3.1.1 Drehzahlstellung der Synchronmaschine

Wird die Synchronmaschine mit einer bestimmten Polpaarzahl  $p$  als Motor betrieben, ist eine Veränderung der Drehzahl  $n$  nur über die speisende Frequenz  $f$  möglich.

$$n = n_s = \frac{f}{p}$$

Ist die Spannungsquelle ein Drehstromnetz mit konstanter Frequenz, so gibt es für die SM nur eine Betriebsdrehzahl.

Ein klassisches Anwendungsbeispiel für eine SM an einem Netz mit konstanter Frequenz stellen Pumpspeicherkraftwerke dar, in denen die SM entweder als Motor im Pumpbetrieb oder als Generator im Turbinenbetrieb arbeitet. Hierbei wird zu Spitzenlastzeiten turbiniert, das heißt „Strom erzeugt“ und bei niedrigen Lastzeiten Strom in Form von „Wasser auf ein höheres Niveau pumpen“ gespeichert.<sup>31</sup>

Möchte man die Drehzahl jedoch verändern um verschiedene Betriebsdrehzahlen zu erreichen, so ist das nur über die Änderung der speisenden Frequenz oder der Polzahl möglich.<sup>32</sup>

#### 1. Polumschaltbare SM

Bei dieser Art von Drehzahlstellung werden ein oder mehrere Polpaare hinzugeschaltet oder weggeschaltet. Dadurch erreicht man eine Erhöhung bzw. Verringerung der aktuellen Frequenz. Es ist jedoch nicht möglich, eine Drehzahl über der speisenden Frequenz zu erreichen. Diese Art von Drehzahlstellung ist mit einem unverhältnismäßig hohen Aufwand verbunden und wird nur sehr selten eingesetzt. Als Anwendungsbeispiel ist das Pumpspeicherkraftwerk „Malta Oberstufe“ zu nennen.<sup>33</sup>

#### 2. Frequenzgesteuerte SM

Soll es möglich sein eine kontinuierlich veränderbare Drehzahl mit einem Synchronmotor abzufahren, ist es notwendig, dass die Frequenz der speisenden Spannung variabel geändert werden kann. Dies geschieht mit gesteuerten

---

<sup>31</sup> Vgl. Busch (2011), S. 287f.

<sup>32</sup> Vgl. Müller/Ponick (2006) S.567

<sup>33</sup> Vgl. Bolte (2012), S. 326

Halbleitern wie Thyristoren, Transistoren und dgl. in so genannten Frequenzumformern.<sup>34</sup>

### 3.1.2 Anlauf der Synchronmaschine

Eine Synchronmaschine kann ohne Hilfe nicht als Motor anlaufen. Man muss bestimmte Vorkehrungen treffen um einen Synchronmotor auf die synchrone Drehzahl zu bringen, bei der er dann mit der Netzfrequenz der Netzspannung betrieben werden kann. Eine Möglichkeit besteht darin, den Rotor über einen s. g. „Anwurfmotor“ in die Nähe der synchronen Drehzahl zu bringen, um dann den Stator an das Netz zu schalten. Diese Methode bedingt jedoch, dass der Motor ohne Last angefahren werden muss.<sup>35</sup>

Das zweite Verfahren bezeichnet man als „asynchronen Anlauf“. Hierbei läuft die Synchronmaschine als Asynchronmotor hoch. Dies wird ermöglicht, indem am Rotor ein Kurzschlusskäfig angebracht ist. Dieser besteht im Fall des Generators „A“ aus den Druckfingern und den beiden Rotorkappen, welche die einzelnen Finger zu einem Käfig verbinden. Der Hochlauf geschieht bei unerregter Polradwicklung, diese wird zum Schutz vor Überspannungen, die vom Ständerdrehfeld in die Erregerwicklung induziert werden, kurzgeschlossen. Befindet sich der Läufer in der Nähe der Ständerdrehzahl, wird die Erregung eingeschaltet und das Polrad wird vom Ständerdrehfeld in die synchrone Drehzahl hineingezogen.<sup>36</sup>

Der Kurzschlusskäfig hat weiters die Aufgabe Drehschwingungen, die bei Belastungsstößen entstehen, zu dämpfen. Bei entstehenden Schwingungen aufgrund von Laststößen, werden im Kurzschlusskäfig (oder auch „Dämpferkäfig“ genannt) Kurzschlussströme erzeugt. Diese Ströme wirken den Schwingungen entgegen und dämpfen diese.<sup>37</sup>

---

<sup>34</sup> Vgl. Müller/Ponick (2006) S.567ff.

<sup>35</sup> Vgl. Hering et al. (1999), S. 181

<sup>36</sup> Vgl. Fischer (1971), S. 194

<sup>37</sup> Vgl. Fuest/Döring (2004), S. 119

### 3.1.3 Der Synchronisierungsvorgang

Um eine Synchronmaschine stromlos an ein Versorgungsnetz zu schalten, müssen einige Voraussetzungen betreffend der Spannung von Generator und Netz eingehalten werden:<sup>38</sup>

1. Frequenz
2. Betrag
3. Phasenfolge
4. Phasenlage

Voraussetzung zum Zuschalten an das Netz ist, dass der Generator mit synchroner Drehzahl angetrieben wird und die Erregerspannung soweit hochgestellt wurde, dass an den Generatorklemmen eine Spannung gemessen und mit dem Betrag der Netzspannung verglichen werden kann. Die Phasenfolge kann über die Drehrichtung des Rotors bzw. über den Vertausch von zwei Netzanschlüssen am Generator verändert werden. Stimmt der Betrag der Spannung und auch die Phasenfolge überein, gibt es immer noch eine zeitliche Differenz der sinusförmigen Spannungsverläufe aufgrund der nicht hundertprozentigen Übereinstimmung von Netz- und Generatorfrequenz. Das bedeutet, die Phasenlagen werden sich langsam gegeneinander verschieben, bis sie kurzzeitig gleich sind und sich dann weiter drehen. In dem kurzen Augenblick gleicher Phasenlage muss zugeschaltet werden. Als optisches Hilfsmittel gibt es die Möglichkeit drei Glühlampen so zwischen die Netzklemmen und Generatorklemmen zu schalten, dass diese den Hauptkontakt überbrücken. Die Lampen leuchten nun gleichzeitig auf und werden dann wieder erlöschen. Je genauer die Frequenz von Generator und Netz übereinstimmt, desto langsamer geschieht das Aufleuchten der Glühlampen. Die richtige Phasenlage ist dann erreicht, wenn alle Lampen erloschen sind. Daher ergibt sich auch die Bezeichnung „Dunkelschaltung“. Wird also bei erloschenen Lampen zugeschaltet, passiert zunächst noch nichts. Der Generator gibt noch keinen Strom an das Netz ab. Erhöht man nun seine Erregerspannung, gibt er Blindleistung an das Netz ab. Soll Wirkleistung in das Netz übertragen werden, muss Wirkleistung in Form von Drehmoment das auf den Läufer wirkt zugeführt werden.<sup>39</sup>

---

<sup>38</sup> Vgl. Fischer (1971), S. 218

<sup>39</sup> Vgl. Fuest/Döring (2004), S. 119f.

## 3.2 Erregung der Synchronmaschine

Die Hauptaufgabe der Erregereinrichtung besteht darin, den Erregerstrom für die Erregerwicklung zu liefern. Zusätzlich werden folgende Aufgaben von der Erregereinrichtung übernommen:<sup>40</sup>

- Spannungsregelung im stationären Betrieb
- gesteuerte Blindleistungsabgabe im Parallelbetrieb
- Wahrung der Stabilität
- Entregung im Fehlerfall

Dabei muss die Erregerwicklung der Synchronmaschine mit Gleichstrom gespeist werden. Als Spannungsquelle dient meist ein eigener kleinerer Generator die s. g. Erregermaschine. Neben der herkömmlichen Methode, eine eigene Gleichstrommaschine zu verwenden, gibt es auch die Möglichkeit Drehstromgeneratoren mit einem nachgeschalteten Gleichrichter für die Speisung zu verwenden. Eine weitere Möglichkeit besteht in Gleichrichterschaltungen die mit ungesteuerten oder gesteuerten Halbleitern mit Hilfe eines Transformators vom Hilfsnetz gespeist werden. Für permanenterregte Synchronmaschinen ist keine zusätzliche Erregereinrichtung erforderlich, da der Permanentmagnet im Rotor das Erregerfeld zur Verfügung stellt.<sup>41</sup>

Nachstehend sind die gängigsten Erregerschaltungen für große Kraftwerksgeneratoren näher beschrieben.

### 3.2.1 Gleichstromerregermaschine

Im einfachsten Fall erfolgt die Erregung des Läufers eines Synchrongenerators durch Verwendung eines selbsterregten Gleichstromgenerators, welcher unmittelbar oder mit einem Getriebe mit der Rotorwelle der Synchronmaschine verbunden ist. Die Höhe des Erregerstroms wird dabei über die Höhe der Erregerspannung bestimmt.<sup>42</sup>

---

<sup>40</sup> Vgl. Schwab (2012), S.317

<sup>41</sup> Vgl. Müller/Ponick (2006) S.553

<sup>42</sup> Vgl. Fischer (1971), S. 195

In der nachstehenden Abbildung ist unter a) eine Erregermaschine (E) mit einer Erregerspannungsregelung durch Feldschwächung ersichtlich. Hierbei wird in die Feldwicklung der Gleichstrommaschine ein veränderlicher Widerstand geschaltet. Der in der Darstellung bezeichnete U/Q Regler bewirkt im Nebenschlusskreis eine Konstanthaltung der Klemmenspannung des Synchrongenerators mit Hilfe der belastungsabhängigen Variation des Widerstandes.<sup>43</sup>

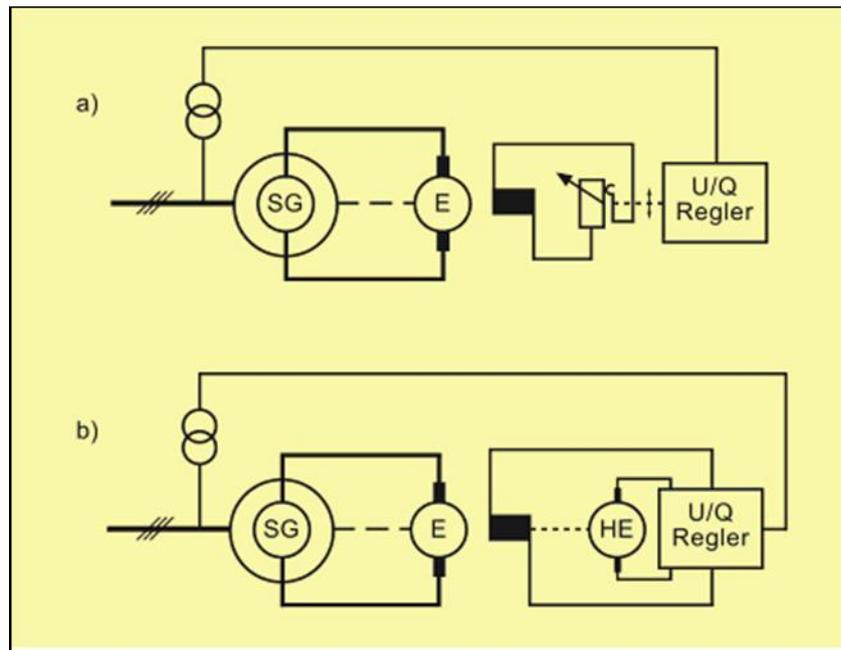


Abb. 3.4 Verschiedene Ausführungen von Gleichstromerregemaschinen<sup>44</sup>

Für ein besseres Regelverhalten speziell bei größeren Leistungen und damit verbundenen größeren Laststößen wird die Schaltung b) mit Haupterregemaschine (HE) und Hilferregemaschine (E) eingesetzt. Dabei wird die Erregerwicklung der Haupterregemaschine über eine kleinere Hilferregemaschine gespeist. Die feste Spannung der Hilferregemaschine ermöglicht dabei eine schnellere Änderung der Erregung der Haupterregemaschine. Die beiden Maschinen beziehen dabei ihre Antriebsenergie direkt über die Generatorwelle oder ggf. über ein Getriebe.<sup>45</sup>

<sup>43</sup> Vgl. Schwab (2012), S. 318

<sup>44</sup> Quelle: Schwab (2012), S. 318

<sup>45</sup> Vgl. Fischer (1971), S. 195

### 3.2.2 Drehstromerregemaschinen

Ebenfalls kann die Erregerleistung durch eine angekuppelte Drehstrommaschine erzeugt werden. Voraussetzung dafür ist jedoch die Nachschaltung einer gesteuerten Gleichrichterbrücke. Im einfachsten Fall wird der Rotor einer Drehstromerregemaschine direkt von der Rotorwelle des Synchrongenerators (SG) angetrieben und die erzeugte Spannung aus dem Ständer wird über einen ortsfesten Diodengleichrichter in Gleichspannung umgewandelt, welche dann über Schleifringe mit der Erregerwicklung der Synchronmaschine verbunden ist.<sup>46</sup>

In der nachstehenden Abbildung ist unter Punkt a) eine solche Anordnung ersichtlich. Dabei wird der Drehstromhaupterregergenerator (DE) über eine Drehstromhilfserregemaschine mit Permanentmagnetläufer erregt. Der Regler wirkt dabei auf den Erregerstromkreis der Haupterregemaschine.

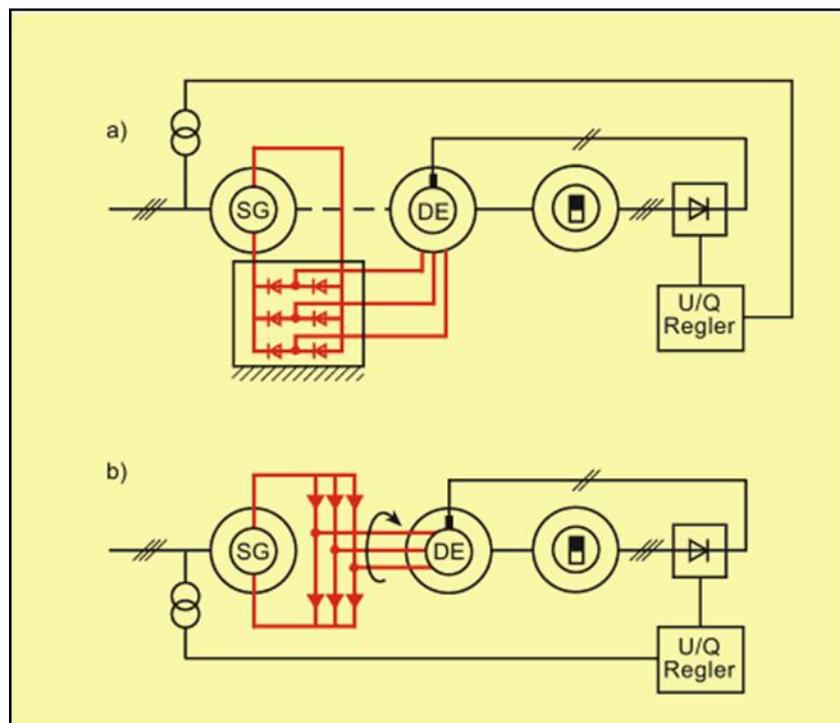


Abb. 3.5 Verschiedene Ausführungen von Drehstromerregemaschinen<sup>47</sup>

Bei dieser Schaltung sind jedoch ebenfalls Schleifringe zur Übertragung des Gleichstromes aus dem stationären Diodengleichrichter auf die Erregung der

<sup>46</sup> Vgl. Fischer (1971), S. 195f.

<sup>47</sup> Quelle: Schwab (2012), S. 319

Synchronmaschine, erforderlich. Zur Verringerung des Wartungsaufwandes wurde die bürstenlose Erregung entwickelt. Die Drehstromhaupterregemaschine wird dabei als Außenpolmaschine realisiert. Das bedeutet, die Pole befinden sich im Stator und die Drehstromwicklung die sich demnach im Rotor befindet und somit Teil des rotierenden Systems ist, speist über Gleichrichterioden, die sich ebenfalls auf dem Rotor befinden, die Erregerwicklung des Synchrongenerators. Eine solche Schaltung ist in der Abb. 3.5 unter dem Punkt b) ersichtlich. Auch bei diesem Verfahren wirkt der Regler auf den Erregerkreis der Erregermaschine, wobei die Erregung im Fall der Außenpolmaschine am Ständer angebracht ist.<sup>48</sup>

### 3.2.3 Statische Erregereinrichtungen

Diese Schaltungen bestückt mit Thyristoren, weisen das beste dynamische Verhalten auf. Hierbei handelt es sich nur mehr um ruhende Komponenten also keine rotierende elektrische Maschine welche den Erregerstrom zur Verfügung stellt. Die Erregerstromleistung wird, wie in der nachstehenden Abbildung ersichtlich, über einen Erregertransformator von der Netzseite des Synchrongenerators bezogen und über eine B6C - Schaltung gleichgerichtet und schließlich über Schleifringe der Erregerwicklung des Synchrongenerators zugeführt.<sup>49</sup>

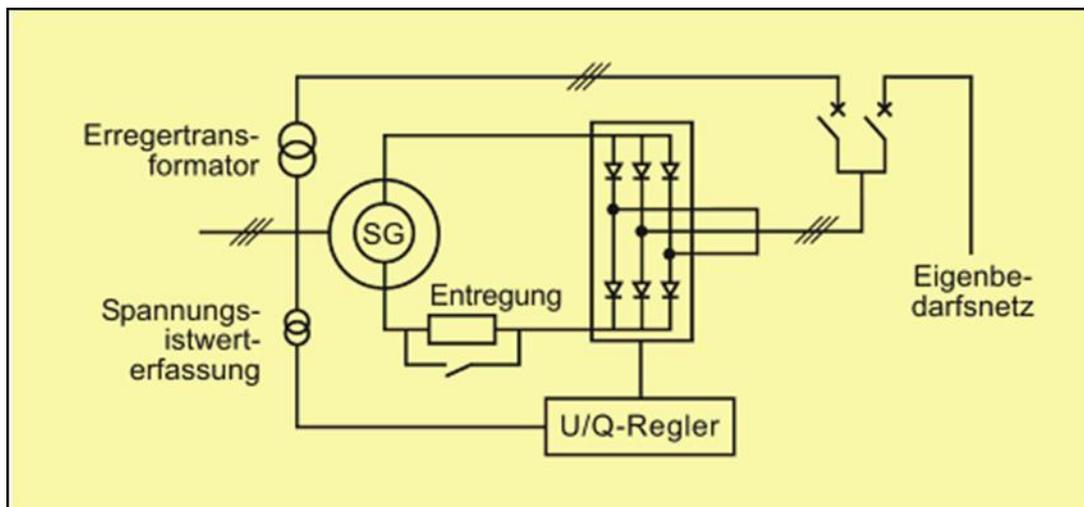


Abb. 3.6 Statische Erregereinrichtung<sup>50</sup>

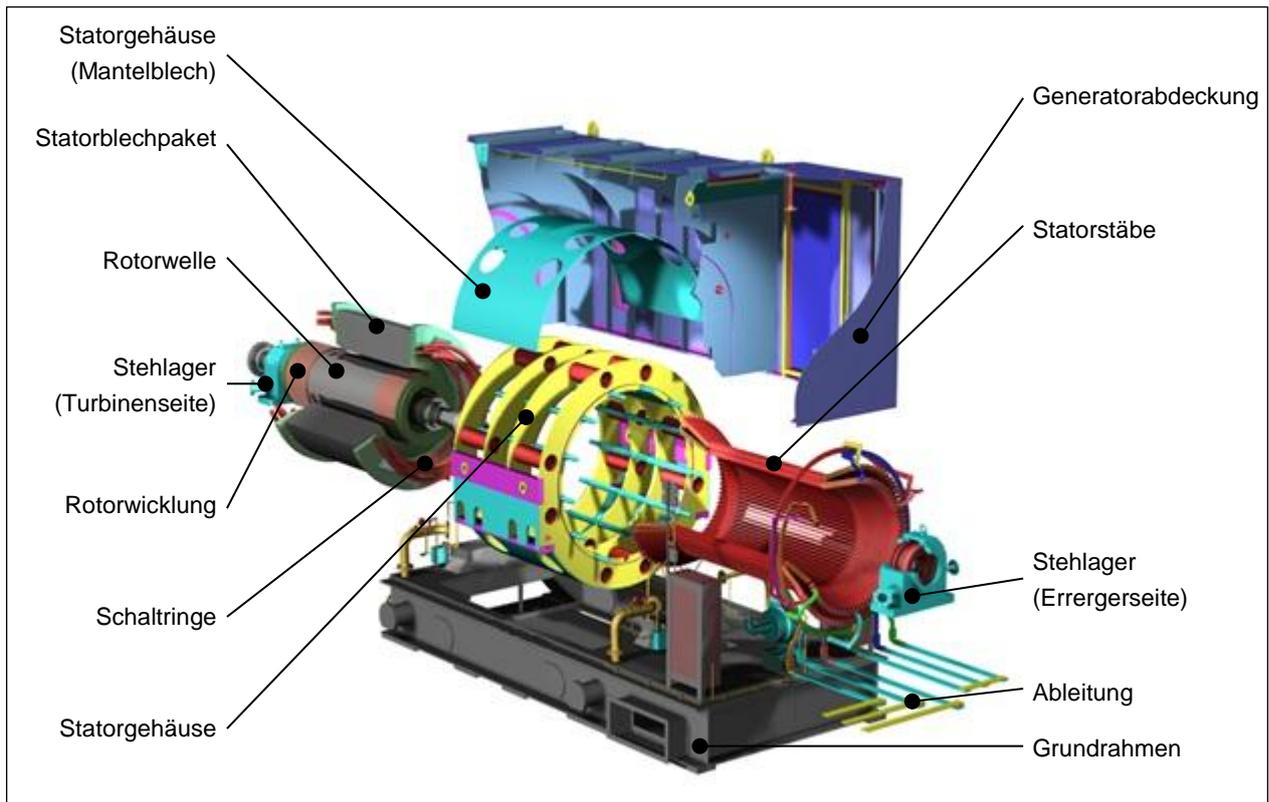
<sup>48</sup> Vgl. Schwab (2012), S. 320

<sup>49</sup> Vgl. Fischer (2009), S. 292f.

<sup>50</sup> Quelle: Schwab (2012), S. 320

### 3.3 Baugruppen des betrachteten Generators

Der in dieser Arbeit betrachtete Generator „A“ ist ein Synchrongenerator mit einem zweipoligen Turboläufer und ist für eine Betriebsfrequenz von 60 Hz ausgelegt. In der nachstehenden Abb. 3.7 ist dieser Generator mit den wichtigsten Bauelementen ersichtlich.



**Abb. 3.7 Aufbau eines Synchrongenerators mit Turboläufer ohne Erregermaschine<sup>51</sup>**

Um diese Synchronmaschine an einem Versorgungsnetz als Generator betreiben zu können, ist es notwendig die Erregerwicklung, welche die Rotorwicklung darstellt, mit Strom zu versorgen. In dem betrachteten Fall des Generators „A“ geschieht dies über eine bürstenlose Erregermaschine die sich direkt auf der Erregerseite der Welle befindet und auf der Abbildung jedoch nicht ersichtlich ist.

<sup>51</sup> Quelle: Andritz Hydro (2009), S.7

Um ein besseres Verständnis für die Funktionsweise der einzelnen Baugruppen zu erhalten, werden nachstehend die wichtigsten Baugruppen näher erläutert:

- **Grundrahmen**

Der Rahmen besteht aus geschweißten Stahlblechen sowie Stahlträgern und Formstücken. Die Konstruktion dient als Basis für das Statorgehäuse. Durch diese modulare Bauform ist es möglich, den Generator in mehreren Einzelteilen zu fertigen und das Gewicht der Basiskonstruktion zu begrenzen. Es können Grundrahmen sowie Statorgehäuse parallel und gegebenenfalls von unterschiedlichen Lieferanten gefertigt werden. Der Zusammenbau von Statorgehäuse und Grundrahmen erfolgt erst bei Fertigstellung der einzelnen Komponenten.

- **Statorgehäuse**

Das Statorgehäuse besteht aus Stahlplatten und Formrohren die zu einem Käfig zusammenschweißt werden. Das Statorgehäuse dient als Konstruktion für die Aufnahme der Statorbleche. Auf der Innenseite des Käfigs befinden sich, gleichmäßig auf den Umfang verteilt, 12 Stück so genannte Keybars, diese werden in das Statorgehäuse eingeschweißt. In diese Profile sind die einzelnen Statorbleche über eine Schwalbenschwanzverbindung eingehängt.

- **Statorblech**

Das Blech wird aus einem nicht kornorientierten Stahl gefertigt. Um Wirbelströme so gering wie möglich zu halten, werden die 0,5 mm Bleche mit einem Isolierlack beschichtet. Auf der Rückseite befindet sich die Schwalbenschwanznut und auf der Vorderseite die Nuten für die Statorstäbe. In diese Nuten werden zuerst eine Nutgrundeinlage und danach jeweils ein Ober- und ein Unterstab eingelegt. In diesen Stäben den s. g. Statorstäben fließt der Statorstrom, welcher ein magnetisches Drehfeld über den Umfang des Statorgehäuses erzeugt. Das Statorblech hat die Aufgabe diesen magnetischen Fluss zu führen.

- **Statorstäbe**

Es befindet sich je ein Ober- und ein Unterstab in einer Statorblechnut. Bei den Statorstäben handelt es sich um Röhrenstäbe, diese bestehen aus einzelnen stabförmigen Kupferleitern. Die Kupferleiter sind gegenseitig isoliert und speziell geschichtet aufgebaut. Diese Art der Verdrillung wird Verröhbelung genannt und hat die Aufgabe die negativen Auswirkungen der Stromverdrängung aufgrund der Wechselstromspeisung so gering wie möglich zu halten.<sup>52</sup>

- **Rotorwelle**

Die Welle ist ein Schmiedebauteil und wird aus einem Block gefertigt. Da es sich um eine Vollpolmaschine handelt, werden die Nuten in die abgesetzte Welle eingefräst um darin das Rotorkupfer unter zu bringen. An die dabei entstehenden Rotorzähne werden höchste Anforderungen durch die hohen Drehzahlen und daraus resultierenden Fliehkräfte gestellt. Ein Rotorzahn muss dabei sein eigenes Gewicht und das der Nutfüllung tragen. Das bedeutet, dass bei einer maximalen Überdrehzahl und auftretenden Fliehkräften von 10.000 g der Rotorkeil, welcher ein Eigengewicht von 20 kg hat, mit 200 Tonnen auf den Rotorzahn wirkt.<sup>53</sup>

An den beiden Wicklungsenden werden die Rotorstäbe zu zwei Polen verschaltet und über zwei Halbkreissegmente im Inneren der Welle geschieht die Erregerstromzufuhr. An den Ballenenden wird jeweils eine Rotorkappe aufgeschraubt. Auf der einen Seite der Welle wird die Turbine angeschraubt und auf der anderen Seite wird die Erregermaschine an die Welle gekoppelt.

- **Rotorkappe**

Die Rotorkappen werden am jeweiligen Ballenende der Welle aufgeschraubt um ein Herausfliegen der Verschaltung aufgrund der hohen Drehzahlen zu verhindern. Zusätzlich hat die Rotorkappe die Aufgabe eine Verbindung zu den Rotorfingern herzustellen um den Dämpferkäfig für die Synchronmaschine zu bilden. Die Rotorkappen sind Schmiedebauteile und bestehen aus hochlegiertem Stahl.

---

<sup>52</sup> Vgl. Binder (2012), S. 189ff.

<sup>53</sup> Vgl. Fischer (1971) S. 193

- **Rotorkupfer**

Das Rotorkupfer besteht aus stabförmigen Kupferleitern und befindet sich in den eingefräßten Nuten der Rotorwelle. Es hat die Aufgabe, mit Hilfe des zugeführten Gleichstromes, die beiden Pole der Maschine auszubilden. Der Erregerstrom für die Erregerwicklung wird von der Erregermaschine bereitgestellt und über zwei Kupferstäbe, die im Querschnitt die Form eines Halbkreises aufweisen, im Inneren der Welle zu der Erregerwicklung geführt.

- **Erregermaschine**

Die Erregermaschine ist am Wellenende des Generators angebracht und dient zur Bereitstellung des Erregerstromes der Synchronmaschine. Es handelt sich um eine Außenpolmaschine. Das bedeutet die Pole der Erregermaschine befinden sich am Stator und die induzierte Wicklung befindet sich am Rotor. Die erzeugte Wechselspannung in der Rotorwicklung wird mittels einer rotierenden Gleichrichterschaltung, die sich ebenfalls am Rotor befindet gleichgerichtet und der Erregerwicklung der Synchronmaschine zugeführt.

- **Lager**

Es handelt sich dabei um zwei Stehlager welche auf dem Grundrahmen montiert sind. Der Lagerbock besteht aus Stahlguss in dem sich die Lagerschalen des Gleitlagers aus Weißmetall befinden. In diesen Lagerschalen wird Öl über eine externe Pumpe eingebracht. Beim Drehen der Rotorwelle mit einer Betriebsdrehzahl von 3600 U/min bildet sich durch die hohe Drehzahl ein gleichmäßiger Ölfilm zwischen Welle und Gleitschale. Mit einem solchen Lager ist es möglich einen nahezu verschleißfreien Dauerbetrieb des Generators zu erreichen.<sup>54</sup>

---

<sup>54</sup> Vgl. Künne (2001), S. 127

## 4 Die Kostenrechnung

Die Kostenrechnung dient als Basis für die in weiterer Folge erarbeitete „Outside In“ Betrachtung der Lieferanten. In diesem Kapitel sollen die wesentlichen Aufgaben und Methoden der Kostenrechnung erläutert werden.

### 4.1 Ziele und Aufgaben der Kostenrechnung

Die Kostenrechnung sollte es in den dreißiger Jahren ermöglichen „gerechte“ und „angemessene“ Preise zu berechnen. Dies sollte in Form von „Selbstkostenfestpreisen“ bzw. „Selbstkostenrichtpreisen“ geschehen. In diesem Zusammenhang wurden notwendige „Kostenrechnungsrichtlinien“ erlassen und alle Unternehmungen gezwungen eine solche Kostenrechnung einzurichten. Durch diese einheitlichen Richtlinien war es dem Staat möglich eine Kostentransparenz für die erzeugten Produkte zu erhalten und über einen definierten Gewinnaufschlag von 8 bis 12 % Preise für den Verkauf festzusetzen. Somit diente die Kostenrechnung als Lenkungsinstrument für den Staat und zur Ermittlung von Preisen. Die Unternehmungen konnten aufgrund der damaligen Mangelwirtschaft (Bezugsscheine) sicher sein die erzeugten Produkte abzusetzen und der Staat hatte großes Interesse am Erhalt der Unternehmungen, jedoch auch daran, dass diese keine allzu großen Gewinne erzielen.<sup>55</sup>

Im Zusammenhang mit dieser Arbeit soll genau auf diese Überlegung in einer etwas abgewandelten Form zurückgegriffen werden. War es früher der Staat, der die Kostenrechnung forderte, so ist es in heutiger Zeit bekannt, dass hauptsächlich nach dieser Methode Preise der Unternehmungen festgelegt werden. Dieser Umstand gepaart mit dem Wissen über den Material-, Personal-, und Energieeinsatz, soll dazu führen, einen Einblick in die Kostenstrukturen der Lieferanten zu erhalten. Damit soll es der Andritz Hydro GmbH möglich sein Preisveränderungen der Lieferanten nachzuvollziehen und bei zu hohen Preisforderungen mit stichhaltigen Argumentationen entgegenzuhalten.

In einem weiteren Schritt ist es möglich, über die Kostenwahrheit der Lieferanten und das Wissen der zukünftigen Preissteigerungen der Einsatzfaktoren, die zu erwartenden Preise der Lieferanten für die Zukunft zu berechnen.

---

<sup>55</sup> Vgl. Lingnau/Schmitz (2002), S. 231f.

Weitere Aufgaben der Kostenrechnung sind in der Abb. 4.1 ersichtlich. Sie dient in erster Linie zur mengen- und wertmäßigen Erfassung der im Prozess erbrachten Einsatzfaktoren und Leistungen sowie der verursachungsgerechten Zurechnung der anfallenden Kosten. Auch kann sie als Teil der betrieblichen Entscheidungsfindung dienen.<sup>56</sup>

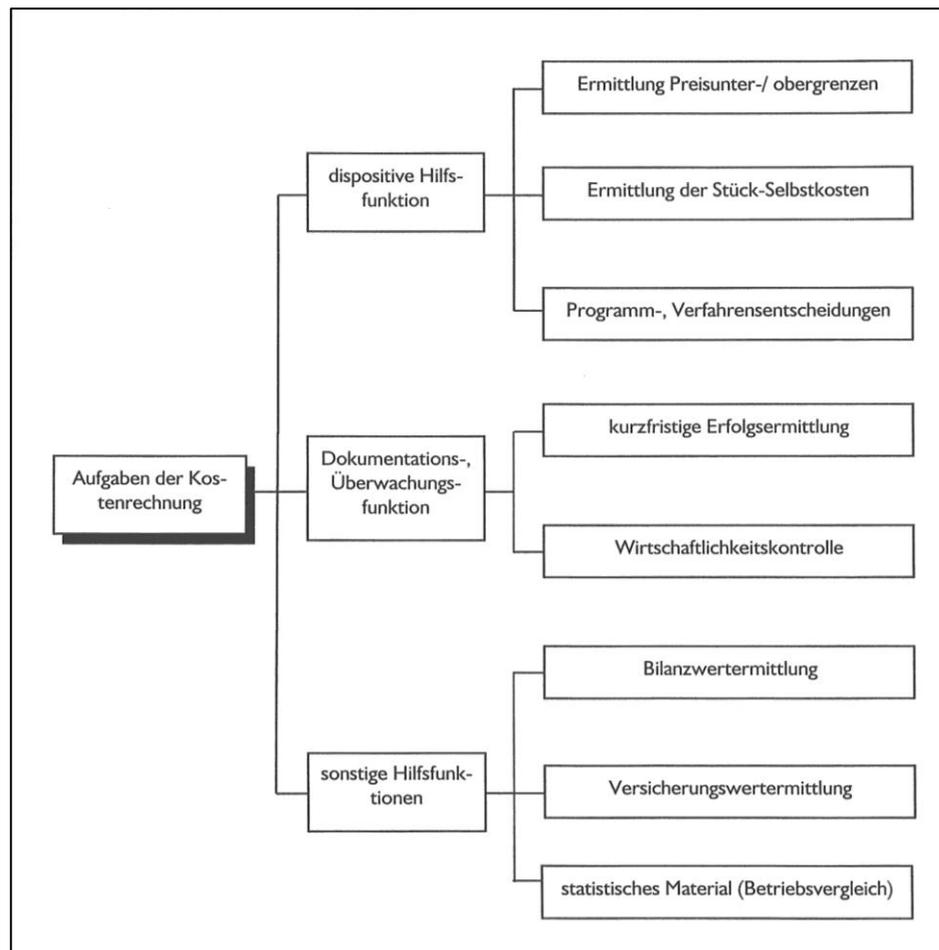


Abb. 4.1 Aufgaben der Kostenrechnung<sup>57</sup>

Um die Aussagekraft von Entscheidungsrechnungen zu verbessern, ist es notwendig stets Kontrollrechnungen nach Abschluss eines Projektes anzustellen. Aus dem Vergleich der Ergebnisse sind dann wiederum Anpassungen für die Entscheidungsrechnung notwendig. Führt man diesen Prozess kontinuierlich weiter, können möglich exakte Vorschauberechnungen durchgeführt werden.

<sup>56</sup> Vgl. Götze (2010), S. 9ff.

<sup>57</sup> Quelle: Kemmetmüller/Luger (1993), S.13

## 4.2 Verrechnungsprinzipien der Kostenrechnung

Will man die Kostenstruktur der Lieferanten darstellen und damit die im Unternehmen anfallenden Kosten auf eine Produkteinheit umrechnen, ist es zuerst notwendig das Kostenzurechnungsprinzip der jeweiligen Unternehmung zu kennen, bzw. es so gut wie möglich abzuschätzen, um damit im Kalkulationstool eine möglichst realistische Kostenrechnung definieren zu können. Die größte Schwierigkeit liegt darin, die Fixkosten, bzw. Gemeinkosten, welche meist unabhängig von der Ausbringungsmenge sind auf die Stückkosten umzulegen.

In der Literatur gibt es dazu drei Kostenzurechnungsprinzipien:<sup>58</sup>

- Verursachungsprinzip
- Beanspruchungsprinzip
- Durchschnittsprinzip
  - a. Plausibilitätsprinzip
  - b. Tragfähigkeitsprinzip

Das **Verursachungsprinzip** oder auch Kausalitätsprinzip genannt zählt zu den eindimensionalen Kostenzurechnungsprinzipien. Es besagt, dass nur jene Kosten dem Kostenträger zurechenbar sind, die dieser auch tatsächlich verursacht hat (siehe Kapitel 4.5 „*Kostenträgerrechnung*“). Das sind hiernach nur jene Kosten die bei der Erstellung einer zusätzlichen Einheit zusätzlich anfallen. Es können sowohl die Einzelkosten als auch die beschäftigungsvariablen Gemeinkosten zugerechnet werden. Eine Zurechnung der Fixkosten ist aufgrund des Verursachungsprinzips bzw. Kausalitätsprinzips nicht möglich. Dieser Umstand wird bei der Grenzkostenrechnung angewandt. Hierbei werden die Fixkosten überhaupt nicht auf den Kostenträger verrechnet, es werden nur die variablen Kosten zugerechnet.<sup>59</sup>

---

<sup>58</sup> Vgl. Gleich/Michel (2010), S. 173ff.

<sup>59</sup> Vgl. Gleich/Michel (2010), S. 173

Das **Beanspruchungsprinzip** rechnet alle Kosten der Produktionsfaktoren für die Entstehung einer zusätzlichen Mengeneinheit auf die Kostenträgereinheiten auf. Dabei werden sowohl die Grenzkosten als auch die beschäftigungsabhängigen Nutzkosten auf den Kostenträger zugerechnet. Die Leerkosten, die aufgrund nicht genutzter Kapazitäten entstehen, werden dabei nicht zugerechnet. Das bedeutet, dass bei einer Verringerung der Produktion um eine Einheit nicht die gesamten Kosten um den Wert der für diese Einheit zugerechneten Nutzkosten sinkt, sondern es erhöht sich lediglich der Anteil der Leerkosten an den Fixkosten.<sup>60</sup>

Beim **Durchschnittsprinzip** wird versucht alle anfallenden Kosten dorthin aufzuteilen, wo sie im Durchschnitt anfallen. Somit ist es möglich, die beschäftigungsfixen Gemeinkosten, die für die jeweiligen Produkteinheiten erforderlich sind, über einen definierten Aufteilungssatz auf die Kostenträgereinheiten aufzuteilen. Bei einer Unternehmung, die ein einziges Produkt fertigt, werden lediglich die Gesamtkosten durch die Gesamtleistungsmenge dividiert.<sup>61</sup>

ad a)

Beim **Plausibilitätsprinzip** wird eine andere direkt zurechenbare Kostenart, welche am ehesten eine Beziehung zu den Gemeinkosten aufweist als Basis für den Zuschlagsatz herangezogen. Beispielsweise können die im Allgemeinen leicht ermittelbaren Materialeinzelkosten als Basis für die Materialgemeinkosten genutzt werden um diese dann den Kostenträgern zuzurechnen. Daraus ergibt sich folgender Umstand: Je höher die Materialeinzelkosten sind, desto mehr Materialgemeinkosten werden dieser Produkteinheit zugerechnet.<sup>62</sup>

ad b)

Das **Tragfähigkeitsprinzip** hat den Grundgedanken die Gemeinkosten den Kostenträgern in Abhängigkeit ihrer Verkaufserlöse zuzurechnen. Produkte, die einen höheren Erlös erzielen tragen somit auch einen höheren Anteil der Kosten.<sup>63</sup>

---

<sup>60</sup> Vgl. Gleich/Michel (2010), S. 174

<sup>61</sup> Vgl. Gleich/Michel (2010), S. 175

<sup>62</sup> Vgl. Hoitsch/Lingnau (2004), S. 424

<sup>63</sup> Vgl. Möller et al. (2005), S. 94f.

## 4.3 Unterteilung nach Kostenarten

In diesem Kapitel sollen die wichtigsten Kostenarten näher beschrieben werden um einen besseren Einblick in die Zusammenstellung der Gesamtkosten zu erhalten. Für die „Outside In“ Betrachtung der Lieferanten wurde der Aufbau dieser Kostenarten herangezogen.

### 4.3.1 Personalkosten

Für die Leistungen die ein Mitarbeiter einem Unternehmen erbringt, sind Entgelter in Form von Löhnen für Arbeiter und Gehälter für Angestellte auszubezahlen. Zunächst ist in Bruttolöhne bzw. Bruttogehälter und in Nettolöhne bzw. Nettogehälter zu unterscheiden. In der Abb. 4.2 sind die Kosten welche dem Nettoentgelt zugerechnet werden um vorerst auf das Bruttoentgelt und danach auf die Personalkosten zu kommen ersichtlich.<sup>64</sup>

<b>Nettoentgelt</b>
+ Lohnsteuer (= Einkommensteuer der Unselbständigen)
+ Betriebsratumlage
+ Dienstnehmeranteil zur gesetzlichen Sozialversicherung (einschließlich Arbeiterkammerumlage, Dienstnehmeranteil am Wohnbauförderungsbeitrag und Schlechtwetterentschädigungsbeitrag)
<b>= Bruttoentgelt</b>
+ Dienstgeberanteil zur gesetzlichen Sozialversicherung (Beiträge zur Krankenversicherung, Pensionsversicherung, Unfallversicherung, Arbeitslosenversicherung, Zuschlag gemäß Entgeltfortzahlungsgesetz, Zuschlag gemäß Insolvenzentgeltsicherungsgesetz, Ausgleichstaxe nach dem Invalideneinstellungsgesetz usw.)
+ Dienstgeberbeitrag zum Familienlastenausgleichsfond und Zuschlag
+ Kommunalsteuer (Gemeindesteuer)
+ Sonderzahlungen (Weihnachtsremuneration und Urlaubszuschuss)
+ Wiener Dienstgeberabgabe (nur für Wien; auch U-Bahn-Steuer genannt)
+ Berufsausbildungskosten
+ Freiwillige Sozialleistungen inkl. Pensionen
+ Sonstige Sonderzahlungen (z.B. Erfolgsprämien, Gewinn- und Ertragsbeteiligungen, Schmutzzulagen, Reisekosten und Provisionen)
+ Abfertigungen
- Refundierung (Entlohnung im Krankheitsfall, Subventionen u.ä.)
<b>= Personalkosten</b>

Abb. 4.2 Personalkostenzusammensetzung in Österreich<sup>65</sup>

<sup>64</sup> Vgl. Kemmettmüller/Bogensberger (2004), S. 65f.

<sup>65</sup> Quelle: Kemmettmüller/Bogensberger (2004), S. 66f.

Zusätzlich zum Bruttoentgelt sind noch Nichtanwesenheitszeiten sowie verschiedene soziale Lasten, wie in Abb. 4.2 ersichtlich, vom Unternehmen zu bezahlen. Die gesamten Personalkosten ergeben sich daher bei den Arbeitern aus Leistungslohn plus Nichtleistungslohn plus soziale Lasten. Löhne werden meist als Einzelkosten den Kostenträgern zugerechnet. Gehälter können meist nur als Gemeinkosten zugerechnet werden, da die Tätigkeit eines Angestellten sich nicht immer nur auf ein Produkt beschränkt.<sup>66</sup>

Aus diesem Grund werden die Gehälter bei der „Outside In“ Betrachtung als „Overhead Kosten“ in die Kostenstrukturen der Lieferanten eingerechnet.

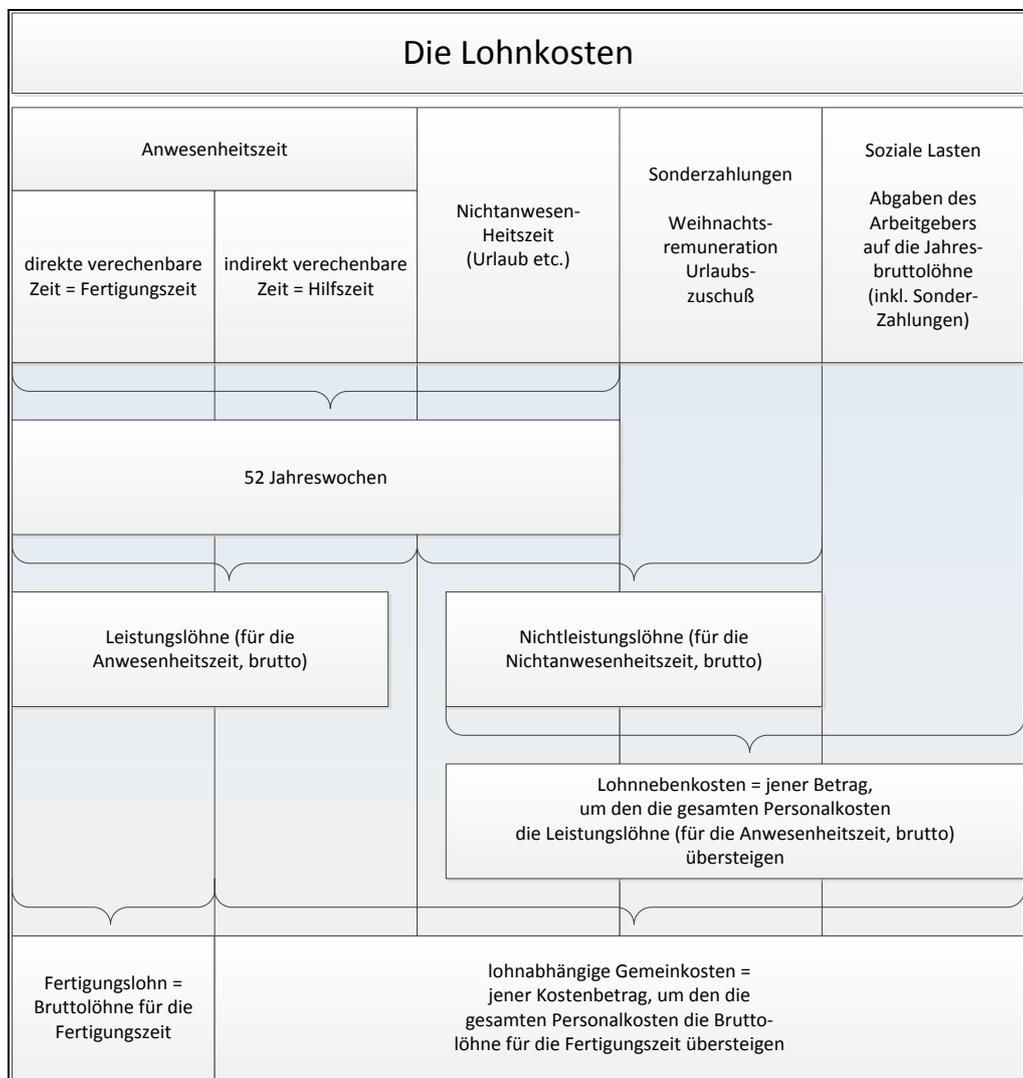


Abb. 4.3 Lohnkostenaufteilung der Arbeiter<sup>67</sup>

<sup>66</sup> Vgl. Kemmetmüller/Luger, (1993) S. 84ff.

<sup>67</sup> Quelle: Kemmetmüller/Luger, (1993) S. 85

Wie in der Abb. 4.3 ersichtlich werden die Lohnkosten in folgende Kategorien untergliedert:

- **Anwesenheitszeit**
- **Nichtanwesenheitszeit**
- **Sonderzahlungen**
- **Soziale Lasten**

Die Anwesenheitszeit unterteilt sich wiederum in eine direkt verrechenbare Zeit die so genannte Fertigungszeit und in eine indirekt verrechenbare Zeit oder auch Hilfszeit genannt. Daraus ergeben sich die Leistungslöhne für die Anwesenheitszeit. Ist der Arbeitnehmer nicht anwesend, wie z. B. im Urlaubsfall fallen der Unternehmung ebenfalls Kosten in Form von Nichtleistungslöhnen an.<sup>68</sup>

Sonderzahlungen für die Weihnachtsremuneration und den Urlaubszuschuss sind in den Kollektivverträgen der jeweiligen Branchen geregelt. Diese Kosten sind ebenfalls von der Unternehmung zu tragen. Unter soziale Lasten sind die vom Gesetzgeber vorgeschriebenen Beiträge für Kranken-, Renten-, Arbeitslosen-, und Pflegeversicherungen sowie Versicherungsbeiträge gegen Betriebsunfälle und Berufskrankheiten oder die Entgeltfortzahlung im Krankheitsfall zu verstehen.<sup>69</sup>

Wenn über die „Outside In“ Betrachtung der Lieferanten die Fertigungszeiten für die Produktion als Basis für die Fertigungslöhne angenommen werden, dann müssen die zuvor aufgezählten Kosten ebenso zu den Fertigungslöhnen hinzugerechnet werden.

---

<sup>68</sup> Vgl. Kemmetmüller/Bogensberger (2004), S. 85

<sup>69</sup> Vgl. Kemmetmüller/Bogensberger (2004), S. 70ff.

### 4.3.2 Materialkosten

Das Material, welches für die Produktion bestimmter Güter verwendet wird, kann man nach fertigungstechnischem Einsatz, wie in Abb. 4.4 ersichtlich, unterscheiden in:

- **Fertigungsstoffe:** werden als Rohstoffe oder Hilfsstoffe eingesetzt
- **Betriebsstoffe:** wie z.B. Schmierstoffe und Reinigungsmaterial

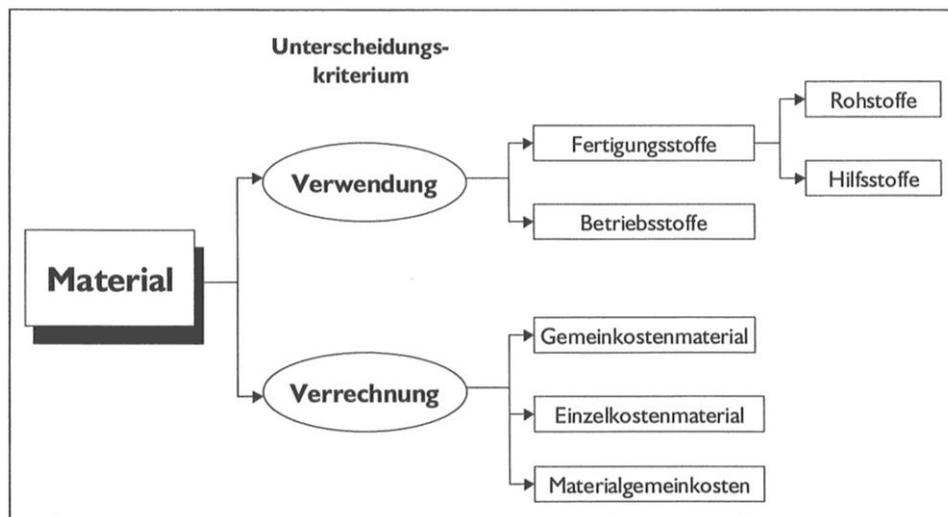


Abb. 4.4 Aufteilung der Materialkosten<sup>70</sup>

Unter verrechnungstechnischen Gesichtspunkten kann eine Unterteilung in folgende Gruppen durchgeführt werden:

- **Einzelkostenmaterial**
- **Gemeinkostenmaterial**
- **Materialgemeinkosten**

Einzelkostenmaterial wird direkt auftragsweise bzw. produktweise erfasst und als Kosten dem Kostenträger zugerechnet. Materialkosten, die nicht als Einzelkosten verrechnet werden können, werden als Gemeinkostenmaterial bezeichnet und auf Kostenstellen verrechnet.

<sup>70</sup> Quelle: Kemmettmüller/Bogensberger (2004), S. 49

Je nach Inanspruchnahme der Kostenstelle eines einzelnen Kostenträgers, wird diesem über einen Kostenverrechnungssatz das Gemeinkostenmaterial zugerechnet. Jedoch nicht mit den Gemeinkostenmaterial zu verwechseln sind die Materialgemeinkosten. Darunter sind Nebenkosten zu verstehen, die mit der Beschaffung, der Lagerung, den innerbetrieblichen Transport, dem Schwund usw. zu tun haben. Die Materialgemeinkosten werden meist auf eigene Kostenstellen erfasst und zum Wert der verbrauchten Materialien in Beziehung gesetzt. Schlussendlich werden die Materialeinzelkosten mit einem Gemeinkostenzuschlag beaufschlagt und in die Kostenrechnung mit einbezogen.<sup>71</sup>

### 4.3.3 Energiekosten

Energiekosten die direkt für die Produktion bzw. für den Betrieb der Fertigungsmaschinen benötigt werden, können entweder als Gemeinkostenmaterial den einzelnen Kostenträgern zugerechnet werden, oder aber über eine eigene Kostenstelle erfasst werden. Um das Thema Energie und deren Bedeutung an den Gesamtkosten der Fertigung aufzuzeigen, erscheint es sinnvoll diese Kosten separat zu erfassen. Auch im Hinblick auf die zu erwartenden höheren Energiepreise in der Zukunft sollte auf diese Kosten ein größeres Augenmerk gelegt werden.<sup>72</sup>

### 4.3.4 Steuern, Beiträge, Versicherungen

Ob Steuern Kosten darstellen oder nicht, hängt von der Verwendungsart der Kostenrechnung ab.<sup>73</sup>

- **Kostenrechnung als Entscheidungsrechnung:** Werden die Steuerbeiträge durch Realisierung bzw. Nichtrealisierung verändert, dann sind diese als Kosten anzusehen.
- **Kostenrechnung als Preisbildung:** Hier hängt es davon ab, ob die Einbeziehung der Steuern in die Kostenrechnung vorgesehen ist oder nicht.
- **Kostenrechnung als Kapitalamortisationsrechnung:** Soll aufgrund der realisierten Einnahmenüberschüsse eine Amortisation des eingesetzten Kapitals durchgeführt werden, ist es auf jeden Fall notwendig die Steuern als Kosten

---

<sup>71</sup> Vgl. Kemmettmüller/Bogensberger (2004), S. 49ff.

<sup>72</sup> Vgl. Schulz et al. (2005), S. 50ff.

<sup>73</sup> Vgl. Kemmettmüller/Bogensberger (2004), S. 112ff.

anzusehen. Versicherungsprämien werden an Risikoträger bezahlt um die negativen Folgen eines möglichen Schadenfalls abdecken zu können. Somit stellen diese Art von Versicherungen in einem produzierenden Unternehmen Kosten dar.

#### 4.3.5 kalkulatorische Kosten

Kalkulatorische Kosten sind jene Kosten, denen keine direkten Geldströme gegenüberstehen. Der Geldfluss passiert meist auf einmal, die kalkulatorischen Kosten erstrecken sich aber auf längere Perioden. Beispiele für kalkulatorische Kosten sind die nachstehend angeführten:

- **Kalkulatorische Zinsen**
- **Kalkulatorische Miete**
- **Kalkulatorischer Unternehmerlohn**
- **Kalkulatorische Abschreibung**
- **Kalkulatorisches Wagnis**

Bei den **kalkulatorischen Zinsen** handelt es sich um Zinsen, die am Kapitalmarkt erzielt worden wären. Da das Kapital aber im Unternehmen gebunden ist, werden diese Zinsen als Kosten angesehen, man spricht auch von Opportunitätskosten.<sup>74</sup>

Die **kalkulatorische Miete** wird für Räume und Sachen verrechnet, die sich im Privatbesitz des Unternehmers befinden. Bei der Ermittlung der Höhe der kalkulatorischen Miete bezieht man sich meist auf eine Fremdmiete, welche für vergleichbare Räume oder Sachen entstehen würde.<sup>75</sup>

Der Unternehmer bezieht einen **kalkulatorischen Unternehmerlohn**. Dieser wird in der Höhe eines Gehaltes für einen sonst eingesetzten Geschäftsführer inklusive aller Gehaltsnebenkosten eingesetzt. Das bedeutet, dass ein Unternehmen über seinen Verkaufspreis der Produkte auch die Entlohnung für die Arbeitskraft des Unternehmensinhabers verdienen muss.<sup>76</sup>

---

<sup>74</sup> Vgl. Kalenberg (2004), S. 56f.

<sup>75</sup> Vgl. Friedl (2010), S. 127

<sup>76</sup> Vgl. Stelling (2005), S. 29

Die **kalkulatorische Abschreibung** dient zur Bewertung der Wertminderung der Potentialfaktoren eines Unternehmens. Das Ziel besteht in der Substanzerhaltung des Unternehmens. Voraussetzung für die Ermittlung der Abschreibungskosten ist die Nutzungsdauer und der Restwert eines abschreibbaren Potentialfaktors. Der Unterschied zur buchmäßigen Abschreibung besteht darin, dass die Kostenrechnung die tatsächliche Wertminderung unabhängig von den steuerrechtlichen Richtlinien errechnet und als Kosten in die Kostenrechnung einfließen lässt. Die kalkulatorische Abschreibung errechnet sich aus dem Wiederbeschaffungswert einer neuen Maschine abzüglich des Restwertes, der bei der Liquidation erzielt werden kann, dividiert durch die Nutzungsdauer.<sup>77</sup>

Die **kalkulatorischen Wagnisse** werden aufgrund der Tatsache, dass unternehmerische Tätigkeiten mit Risiken verbunden sind, ebenfalls in die Kostenrechnung mit einbezogen. Die Höhe dieser Kosten lassen sich aufgrund von Erfahrungswerten oder aus versicherungstechnischen Überlegungen heraus bestimmen.<sup>78</sup>

#### 4.4 Ermittlung der Zuschlagsätze

Alle Gemeinkosten, welche in einer Unternehmung anfallen, werden mit Hilfe eines Gemeinkostenzuschlagsatzes auf die Kostenträger aufgerechnet. Dazu werden alle in einer bestimmten Kostenstelle angefallenen Gemeinkosten summiert und durch eine Bezugsgröße dividiert. Daraus ergibt sich folgende Formel:<sup>79</sup>

$$\text{Gemeinkostenzuschlagsatz} = \frac{\sum \text{Gemeinkosten der Kostenstelle}}{\text{Bezugsgröße der Kostenstelle}}$$

Die Wahl der Bezugsgrößen spielt dabei eine wichtige Rolle. Bei einer klassischen Materialkostenstelle werden die Materialeinzelkosten als Bezugsgröße herangezogen. Handelt es sich bei der Kostenstelle um eine Fertigungsstelle, können unter anderem Fertigungslöhne, Maschinenstunden oder Fertigungsstunden als Bezugsgröße verwendet werden. Bei den Verwaltungs- und Vertriebsgemeinkosten werden meist die

<sup>77</sup> Vgl. Stelling (2005), S. 26ff.

<sup>78</sup> Vgl. Stelling (2005), S. 29f.

<sup>79</sup> Vgl. Friedl (2010), S. 61

Herstellkosten der Produktion oder des Umsatzes als Bezugsgröße gewählt. Handelt es sich bei den Bezugsgrößen um Wert- oder Mengengrößen, dann erhält man Zuschlagsätze mit der Dimension [%] oder [€/Mengeneinheit].<sup>80</sup>

## 4.5 Kostenträgerrechnung

Das Ziel der Kostenträgerrechnung besteht darin, die Einzel- und Gemeinkosten auf diejenigen Kostenträger zu verrechnen, welche die Kosten direkt oder indirekt verursacht haben. Unter dem Begriff Kostenträger versteht man im Allgemeinen Güter und andere betriebliche Leistungen, die einen Werteverzehr ausgelöst haben oder auslösen werden und die dabei entstehenden Kosten tragen sollen.<sup>81</sup>

Grundsätzlich lassen sich die Verfahren der Kostenträgerrechnung in drei Hauptgruppen unterteilen.<sup>82</sup>

- **Divisionskalkulation**
- **Zuschlagskalkulation**
- **Kuppelkalkulation**

Diese Kalkulationen sollen nachstehend näher beschrieben werden. Für die Kostenträgerrechnung in dem Kalkulationstool wird jedoch ausschließlich die Zuschlagskalkulation als Grundlage für die Preisberechnung herangezogen.

### 4.5.1 Divisionskalkulation

Bei der Divisionskalkulation werden alle in einer Periode anfallenden Kosten gleichmäßig auf die einzelnen Einheiten des Kostenträgers verteilt. Dabei unterscheidet man nicht zwischen Einzel- und Gemeinkosten.<sup>83</sup>

Die Divisionskalkulation kann in einer einstufigen und einer mehrstufigen Form durchgeführt werden. Die einstufige Divisionskalkulation wird meist für Einproduktunternehmen bzw. –betriebsbereiche angewandt. Weiters können keine Lagerbestandsveränderungen berücksichtigt werden. Sollen die Lagerbestände der Fertigprodukte ebenfalls berücksichtigt werden, weil die Produktionsmenge nicht

---

<sup>80</sup> Vgl. Friedl (2010), S. 168

<sup>81</sup> Vgl. Götze (2010), S. 99

<sup>82</sup> Vgl. Kalenberg (2004), S. 111

<sup>83</sup> Vgl. Götze (2010), S. 101

identisch mit der Absatzmenge ist, so ist eine zweistufige Divisionskalkulation durchzuführen. Hierbei werden die Gesamtkosten in Herstellkosten, Verwaltungskosten und Vertriebskosten aufgespalten.<sup>84</sup>

#### 4.5.2 Zuschlagskalkulation

Handelt es sich bei der Produktion um eine auftragsbezogene Einzelfertigung, können die Gesamtkosten nicht mehr ohne weiteres auf die Kostenträger umgelegt werden. Die zum Teil sehr komplexen Produkte durchlaufen unterschiedliche Fertigungsprozesse und nehmen die einzelnen Produktionsfaktoren in sehr unterschiedlichem Ausmaß in Anspruch. Daraus ergeben sich für die Kostenverrechnung erhöhte Anforderungen, welche mit der Zuschlagskalkulation abgedeckt werden sollen.<sup>85</sup>

Materialkosten
Materialeinzelkosten (Fertigungsmaterial)
Materialgemeinkosten
+ Fertigungskosten
Fertigungseinzelkosten
Fertigungsgemeinkosten
Sonderkosten der Fertigung
<b>= Herstellkosten</b>
+ Verwaltungsgemeinkosten (in % v. HK)
<b>= Selbstkosten I</b>
+ Vertriebsgemeinkosten (in % v. HK)
+ Sonderkosten des Vertriebes
<b>= Selbstkosten II</b>
+ Gewinn
<b>= Nettobarpreis (Nettoerlös)</b>
+ Skonto (üblich 2 bis 3%)
<b>= Nettozielpreis</b>
+ Rabatt
<b>= Bruttozielpreis ohne Umsatzsteuer</b>
+ Umsatzsteuer (20 oder 10%)
<b>= Bruttozielpreis inklusive Umsatzsteuer</b>

Abb. 4.5 Schema der Zuschlagskalkulation<sup>86</sup>

<sup>84</sup> Vgl. Kalenberg (2004), S. 112f.

<sup>85</sup> Vgl. Kalenberg (2004), S. 120

<sup>86</sup> Quelle: Steger (2010), S. 337

In der Abb. 4.5 ist das Schema der Zuschlagskalkulation ersichtlich. Diese Art der Kostenverrechnung basiert auf einer Trennung von Einzel- und Gemeinkosten. Das ist deshalb notwendig, weil die Produkte aufgrund ihrer Verschiedenartigkeit höchst unterschiedliche Einzel- und Gemeinkosten verursachen. Die Einzelkosten werden den Kostenträgern direkt zugerechnet, während die Gemeinkosten über einen Gemeinkostenzuschlagsatz, wie im Kapitel 4.4 „*Ermittlung der Zuschlagsätze*“ bereits beschrieben, aufgerechnet werden.<sup>87</sup>

### 4.5.3 Kuppelkalkulation

Die Kuppelkalkulationen werden für die Kostenträgerstückrechnung bei Kuppelproduktionsprozessen eingesetzt. Es handelt sich dabei um Prozesse, bei denen aufgrund der fertigungstechnischen Abhängigkeit mehrere Produkte gleichzeitig entstehen. Klassische Anwendungsbereiche sind chemische Produktionsprozesse, bei denen mehrere Erzeugnisse gleichzeitig entstehen. Die Kuppelkalkulationen gehören im Prinzip zu der Gruppe der Divisionskalkulation, weil auch hier die Gesamtkosten über eine Division auf die Stückkosten zugerechnet werden.<sup>88</sup>

Das Ziel dieser Berechnungsmethode besteht darin, die Gesamtkosten, welche im Laufe des Produktionsprozesses entstehen, auf die Kuppelprodukte zu verteilen. Da die Produkte immer gemeinsam entstehen, ist eine verursachungsgerechte Zurechnung der Gesamtkosten nicht möglich. Die Produkte entstehen gemeinsam und müssen die dabei entstehenden Kosten auch gemeinsam tragen.<sup>89</sup>

---

<sup>87</sup> Vgl. Kalenberg (2004), S. 120

<sup>88</sup> Vgl. Kalenberg (2004), S. 111

<sup>89</sup> Vgl. Ossadnik (2008), S. 208

## 5 Zuschlagskalkulation des Generators A

Bevor die Kostenbetrachtung der Lieferanten, die so genannte „Outside In“ Betrachtung angestellt wird, soll zunächst erläutert werden, wie die Einsatzfaktoren Arbeit und Material in die Vollkostenrechnung des Generators der Andritz Hydro GmbH eingehen. In der nachstehenden Abbildung ist die Zuschlagskalkulation für den Generator „A“ mit den beteiligten Kostenstellen dargestellt. Hierbei handelt es sich um jene Kosten, die bei der Fertigung und für den „Overhead“ der Unternehmung anfallen. Nicht berücksichtigt werden die Kosten für den Transport zum Kunden, die Montage des Generators am Einsatzort und die Inbetriebnahme.

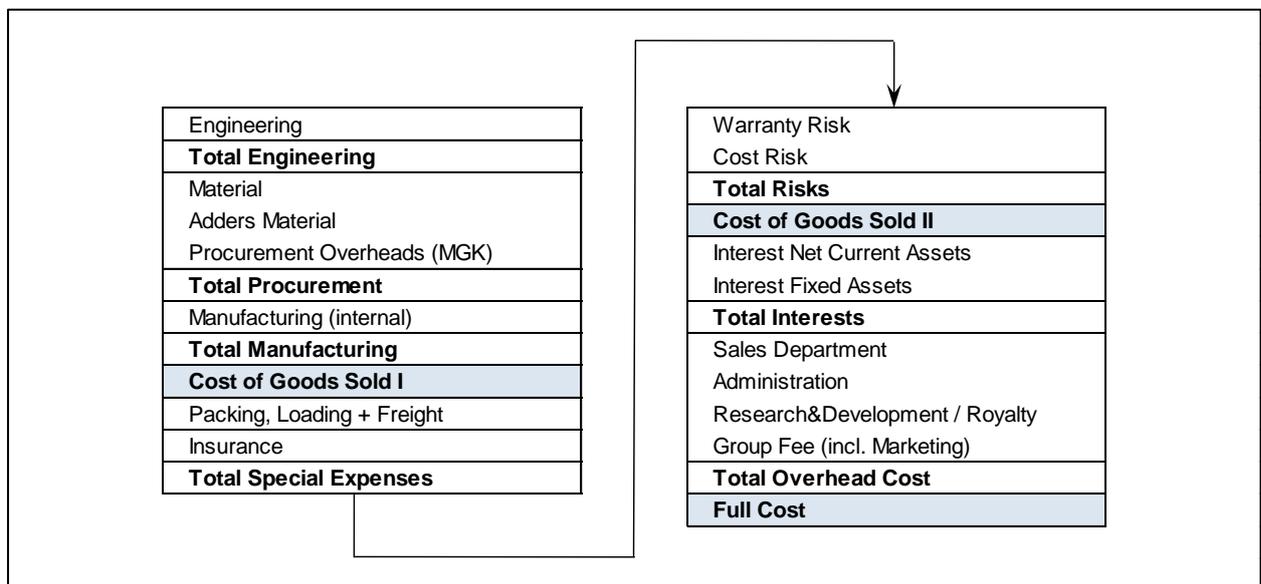


Abb. 5.1 Zuschlagskalkulation für den Generator 7A6<sup>90</sup>

Nachstehend werden die einzelnen Kostenstellen genauer beschrieben:

Die Kostenstelle „**Engineering**“ erfasst alle Kosten die in Zusammenhang mit den Produktmanagement und der technischen Planung für den Generator „A“ anfallen.

In der Gruppe „**Material**“ befinden sich alle von den Lieferanten bereitgestellten Baugruppen sowie Halbzeuge die in der Andritz Hydro GmbH weiter verarbeitet werden.

<sup>90</sup> Vgl. Andritz Hydro (2013b), S.1

In „**Adders Material**“ werden Kosten angeführt, welche direkt mit dem zugekauften Material zu tun haben. Ein Beispiel hierfür sind die Transportkosten die der Lieferant für die Zustellung der Bauteile zur Fertigungsstätte nach Weiz verrechnet.

„**Procurement Overheads**“ sind jene Kosten, die mit der Abwicklung der bestellten Baugruppen zu tun haben. Sie werden anteilmäßig nach dem Wert der zugekauften Waren auf diese zugerechnet.

Mit „**Manufacturing (internal)**“ bezeichnet man alle Kosten, die mit den Fertigungsschritten in der Fertigungsstätte direkt zusammenhängen. In dieser Kostenstelle werden sowohl die Löhne, als auch alle in Zusammenhang mit den Maschinen stehenden Kosten, und die für die Fertigung notwendigen Infrastrukturkosten eingerechnet.

In der Kostenstelle „**Packing, Loading + Freight**“ fallen Kosten für die Verpackung des Generators sowie für die Verladung und den Transport von der Fertigungsstätte zum Warenausgangslager an.

„**Insurance**“ sind Kosten für die Abdeckung berechenbarer Risiken, die in Zusammenhang mit der Produktion entstehen, und über Versicherungen an Versicherungsgesellschaften zu bezahlen sind.

Unter „**Warranty Risk**“ versteht man entstehende Kosten, die bei Garantie bzw. Gewährleistungsansprüchen voraussichtlich anfallen können.

Unter „**Cost Risk**“ werden kurzzeitige Kostensteigerungen, die am Rohstoffmarkt eintreten können mitberücksichtigt.

„**Interest Net Current Assets**“ rechnet die Verzinsung des Betriebskapitals in die Kosten des Generators ein.

„**Interest Fixed Assets**“ berücksichtigt die Verzinsung des Anlagevermögens und rechnet es den Gesamtkosten hinzu.

Unter der Kostenstelle „**Sales Department**“ fallen alle Kosten in Zusammenhang mit dem Verkauf und Vertrieb des Generators an.

Bei „**Administration**“ handelt es sich um die Verwaltungskosten, die für die Organisation und Leitung der Unternehmung anfallen.

Die Kostenstelle „**Research & Development / Royalty**“ umfasst Forschungs- und Entwicklungskosten sowie Lizenzgebühren für diverse Fertigungsprozesse und die Verwendung patentierter Erzeugnisse.

„**Group Fee (incl. Marketing)**“ umfasst schlussendlich allg. Abgaben an den Konzern und Abgaben, die notwendig sind um die Kosten für Marketing und dgl. zu decken.

## 6 Bewertung der Priorität der einzelnen Baugruppen

Um eine Aussage über die kostentreibenden Zukaufbauteile des Generators treffen zu können, ist es notwendig die Kostenverteilung zu kennen. Es müssen aus den Gesamtkosten des Generators sowohl die internen Fertigungsanteile als auch die Transportkosten in einem ersten Schritt der Analyse dargestellt werden. Danach ist es möglich in einer ersten ABC Analyse die einzelnen Baugruppen nach ihren Kosten zu reihen.

Der gesamte Generator „A“ wird aus Gründen der Übersichtlichkeit und zur besseren Zuteilung der Kosten in Baugruppen untergliedert. Zu diesem Zweck wurde die firmeninterne Kostenstruktur des Generators aus der Projektkalkulation<sup>91</sup> teilweise übernommen und teilweise modifiziert.

### 6.1 Baugruppen des Generators

Der Generator untergliedert sich innerhalb der Andritz Hydro GmbH in zwei Baugruppenebenen. Die erste Ebene besteht aus den Baugruppenkosten und den diversen Herstellkosten. In der zweiten Ebene wird zwischen *Material*, *Fertigung*, *Transport* und *Sonstige Kosten* unterschieden. Diese Aufteilung geschieht in jeder Baugruppe gleich. Insgesamt besteht der Generator „A“ aus 25 Baugruppen die für die Lieferantenbetrachtung relevant sind.

Die Baugruppe: „*Diverse HK*“ wird nicht näher betrachtet. Es handelt sich bei dieser Baugruppe um individuelle Kosten die je nach Projekt sehr unterschiedlich sind. Beispiele dafür sind Kosten für den Zoll, div. Vorrichtungen oder spezielle Wareneingangsprüfungen und Abnahmekosten.

In der Abb. 6.1 ist die Gliederung der Baugruppen in den beiden Ebenen ersichtlich.

---

<sup>91</sup> Vgl. Andritz Hydro (2013b), S.2

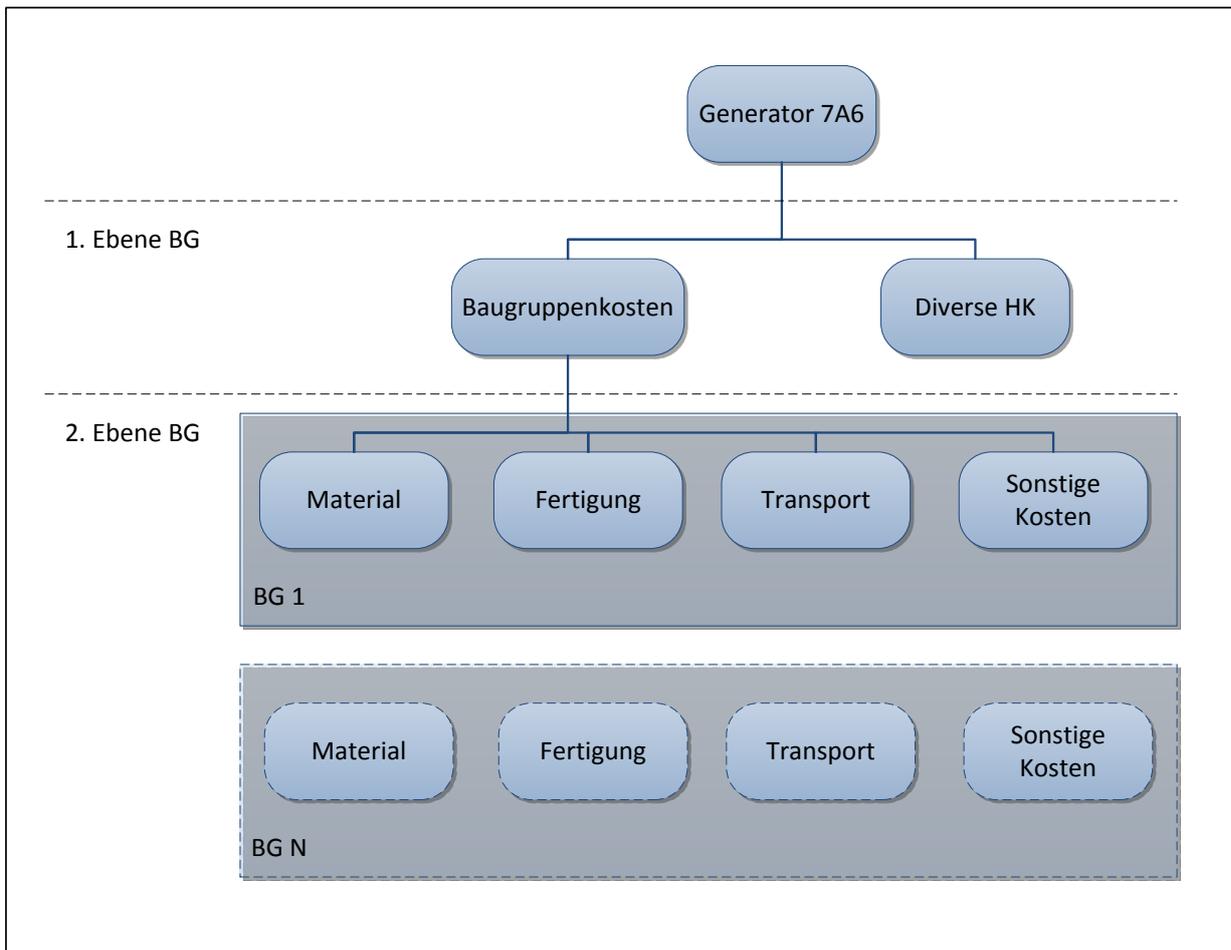


Abb. 6.1 Darstellung der Baugruppenebenen innerhalb des Unternehmens<sup>92</sup>

Die 25 Baugruppen werden zum einen von Lieferanten zugekauft und zum anderen in der Fertigungsstätte im eigenen Unternehmen gefertigt, wobei das Material für die Baugruppe immer von einem externen Lieferanten bezogen wird. In den Sonstigen Kosten finden sich alle für den Erhalt der Unternehmung notwendigen Kostenanteile wieder. Hierbei handelt es sich um Overheadkosten und Gewinnanteile die sich auf den Preis der zugekauften Baugruppen widerspiegelt.

<sup>92</sup> Quelle: Eigene Darstellung

## 6.2 Baugruppenaufstellung in der 1. Ebene

Die Baugruppenkosten untergliedern sich in der ersten Ebene in 25 separate Baugruppen und werden den Kategorien *Stator*, *Rotor* und *Montage* zugeteilt. Bei der Kategorie *Montage* handelt es sich um Anbauteile, Abdeckungen, den Grundrahmen und dergleichen.

In der Abb. 6.2 ist die Zuordnung der Baugruppen zu ihren jeweiligen Kategorien ersichtlich, es werden nicht alle Baugruppen einzeln dargestellt, sondern nur andeutungsweise abgebildet. Zur Erläuterung, der Stator besteht aus 8, der Rotor aus 10 und die Kategorie Montage aus 7 Baugruppen.

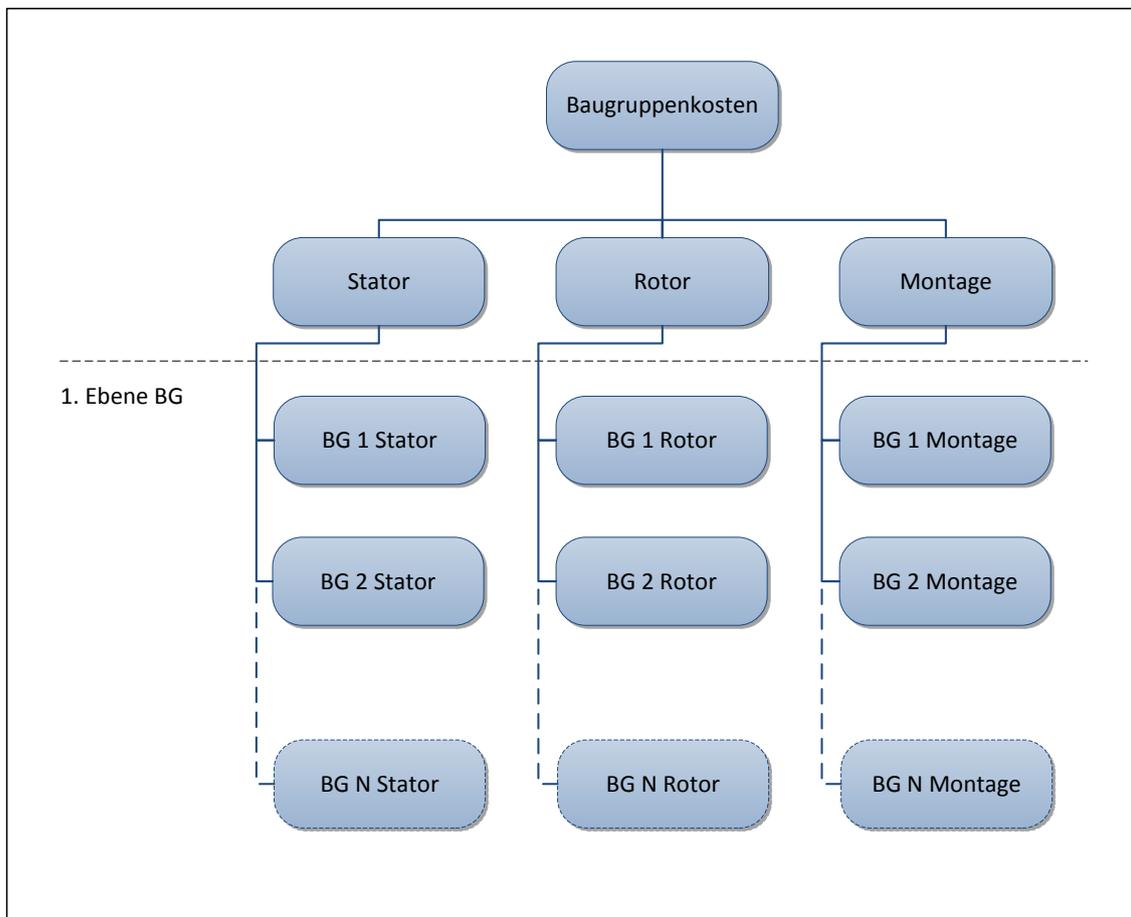


Abb. 6.2 Prinzipielle Zuordnung der einzelnen Baugruppen<sup>93</sup>

<sup>93</sup> Quelle: Eigene Darstellung

### ABC Analyse der Baugruppenkosten Ebene 1

In der nachfolgenden Tabelle sind alle 25 Baugruppen mit ihren Total Kosten sowie den Material- und Fertigungskosten angeführt. In der letzten Spalte ist die Zuordnung der Baugruppe zu ihrer jeweiligen Kategorie ersichtlich.

ABC Analyse nach den Baugruppenkosten (Material) 1. Ebene						
inkl. Transportkosten						
			78,73 %	A - Gruppe (1-9) 9 Pos.		
			15,35 %	B - Gruppe (10-13) 4 Pos.		
			5,92 %	C - Gruppe (14-25) 12 Pos.		
			100,00 %	Gesamt 25 Pos.		
Baugruppe	Total Kosten	Material	Fertigung	Reihung	Priorität	Kategorie
Welle inkl. Transp.				1	A	Rotor
Statorstäbe				2	A	Stator
Statorblech gestanz				3	A	Stator
Lager zusammengebaut				4	A	Montage
Grundrahmen komplett				5	A	Montage
Erregermaschine				6	A	Montage
Einschubpaket bewickelt				7	A	Stator
Generatorabdeckung				8	A	Montage
Rotorkappen				9	A	Rotor
Rotorspule/Stäbe				10	B	Rotor
Statorgehäuse				11	B	Stator
Rotor bewickelt				12	B	Rotor
Montage				13	B	Montage
Druckplatten/-finger				14	C	Stator
Polbefestigung/Keile				15	C	Rotor
Keybars				16	C	Stator
Schalteile				17	C	Stator
Wicklungs-/Luftführungsschilde				18	C	Montage
Einsatzringe				19	C	Rotor
Lüfter				20	C	Rotor
Stator geschichtet				21	C	Stator
Erregerstromleitung				22	C	Rotor
Rotor montiert				23	C	Rotor
Rotor gewuchtet				24	C	Rotor
Ablieferung/Verpackung/Versand				25	C	Montage
<b>GESAMT</b>				25	A, B, C	

Tabelle 6.1 ABC Analyse nach Baugruppenkosten (Material) 1. Ebene<sup>94</sup>

<sup>94</sup> Quelle: Eigene Darstellung

Die Unterteilung der Baugruppen für die ABC Analyse nach den Baugruppenkosten wird auf Grundlage der Projektkalkulation für das Quartal 1/2013 für den Generator „A“ erstellt. Die Materialkosten werden aus der Kalkulationsliste Zukauf<sup>95</sup> ermittelt. Danach wird eine ABC Analyse nach den Materialkosten durchgeführt. Die Kategorisierung der Baugruppen in A, B und C - Teile erfolgt nach der Vorgabe, dass 80% A-Teile, 15% B-Teile und 5% C-Teile in Summe die Gesamtkosten des Generators ergeben müssen.

Die Kalkulationsliste Zukauf, kurz KLZ genannt, ist ein Excel File in dem alle Preise der zugekauften Baugruppen von den zuständigen Einkäufern der Andritz Hydro GmbH eingetragen werden. Diese Liste wird für jedes Quartal neu erstellt bzw. es werden die neuen gültigen Einkaufspreise eingesetzt. Großteils handelt es sich um Jahresfixpreise, welche einmal im Jahr mit den Lieferanten neu verhandelt werden. Aufbauend auf die Materialkosten der KLZ wird mit Hilfe der Zuschlagskalkulation, wie sie im Kapitel 5 „*Zuschlagskalkulation des Generators A*“ ersichtlich ist, eine Projektkalkulation erstellt. Die Projektkalkulation errechnet abschließend den Verkaufspreis des Generators.

Nachstehend ist eine grafische Darstellung der ABC Analyse ersichtlich. Es werden alle Kosten beginnend mit dem größten Wert summiert und nach jeder Summation der Wert im Diagramm eingezeichnet. Mit Hilfe dieser Abbildung ist die Wertigkeit der einzelnen Baugruppen am Gesamtpreis deutlich erkennbar.

---

<sup>95</sup> Vgl. Andritz Hydro (2013c), S.4

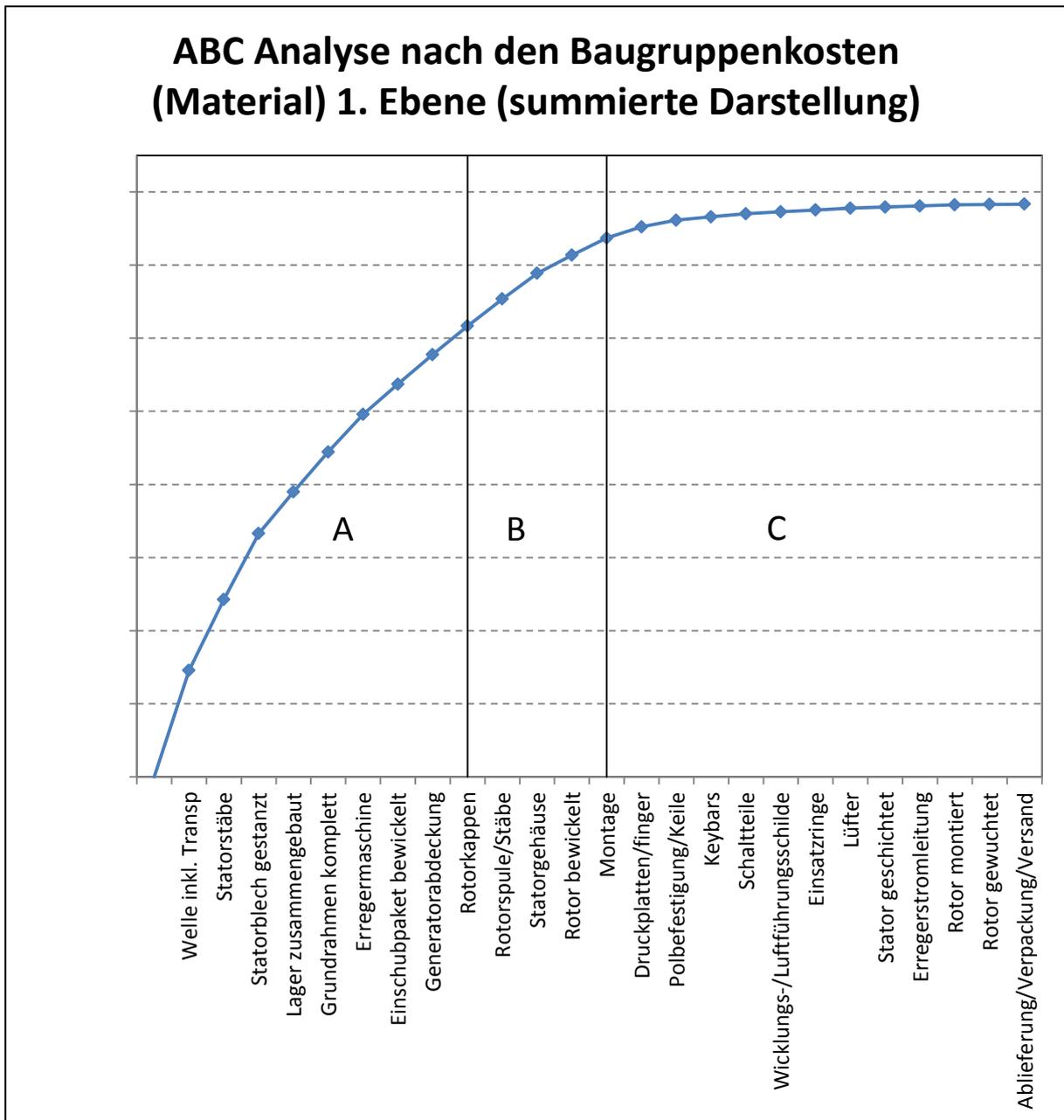


Abb. 6.3 ABC Analyse nach Baugruppenkosten (Material) 1. Ebene (summierte Darstellung)<sup>96</sup>

Alle in dieser Abbildung angeführten Baugruppen beinhalten die Kosten für Material, Fertigung, Transport und Sonstige Kosten. Diese Darstellung beschreibt also lediglich die Reihung der Gesamtkosten und nicht die Kosten für das eingesetzte Material oder die Kosten für die Fertigung. Um eine genauere Analyse durchführen zu können, wird in einem nächsten Schritt die zweite Ebene näher betrachtet.

<sup>96</sup> Quelle: Eigene Darstellung

### 6.3 Baugruppenaufstellung in der 2. Ebene

In einem weiteren Schritt wird nun in der 2. Ebene eine genauere Unterscheidung in *Material*, *Fertigung*, *Transport* und *Sonstige Kosten* durchgeführt. Ebenfalls werden alle Baugruppen mit dem Namen der Lieferanten versehen.

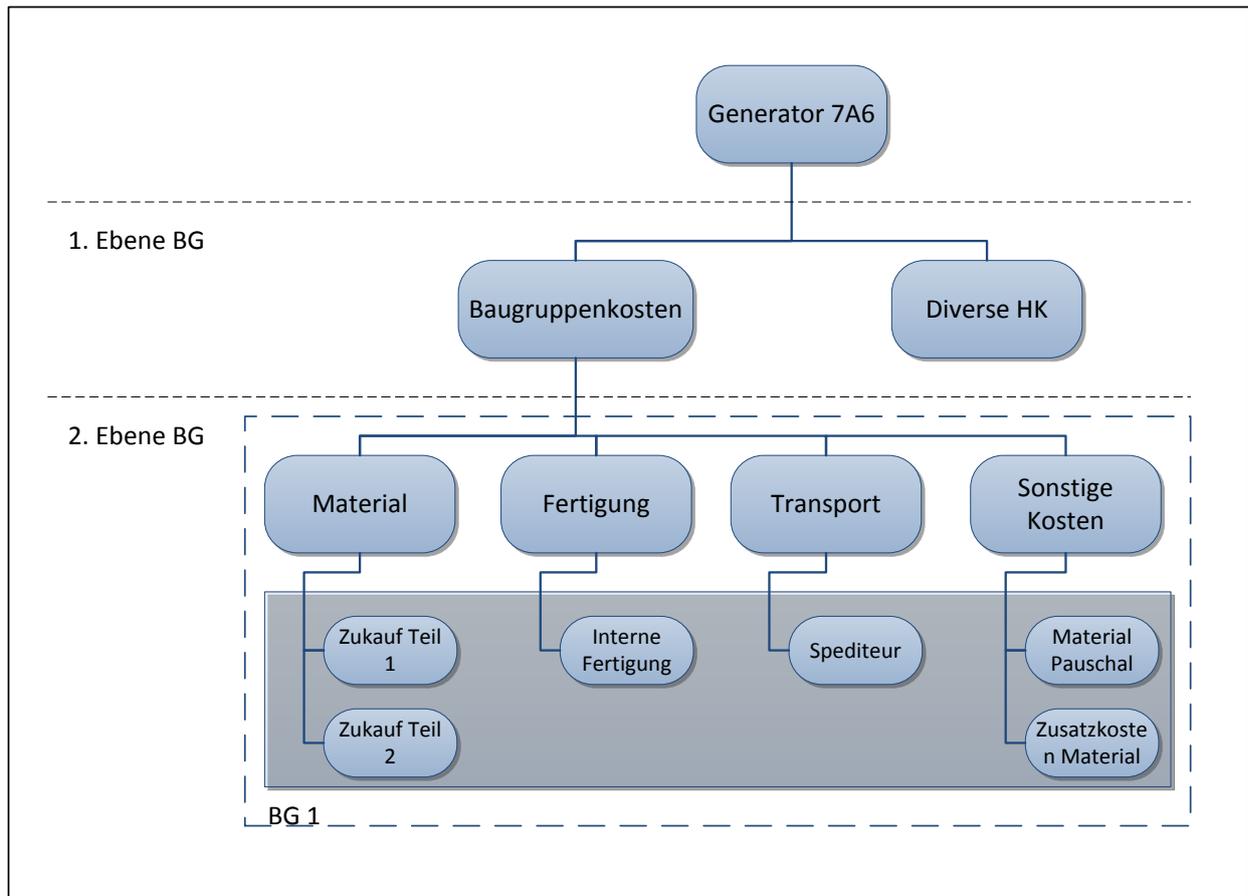


Abb. 6.4 Baugruppenaufstellung in der 2. Ebene<sup>97</sup>

Der markierte Bereich in der Abb. 6.4 wird im nächsten Schritt in drei Kategorien unterteilt zusätzlich wird zu jeder Kategorie eine ABC Analyse durchgeführt. Es wird unterschieden in:

- Zukaufteile
- Kosten für die Interne Fertigung
- Transportkosten

<sup>97</sup> Quelle: Eigene Darstellung

### ABC Analyse der Zukaufteile Ebene 2

In der nachfolgenden Tabelle sind alle Kosten, verursacht durch die Lieferanten der Kategorie A, aufgelistet. In der letzten Spalte wird für jede Baugruppe der jeweilige Lieferant angeführt. Die Baugruppen sind nach den Lieferantenkosten geordnet und in Kategorien von A bis C unterteilt.

ABC Analyse nach Zukaufteilen 2. Ebene A Bauteile				
		80,62 %		A - Gruppe (1-14) 15 Pos.
		14,91 %		B - Gruppe (15-35) 21 Pos.
		4,47 %		C - Gruppe (36-65) 30 Pos.
		<b>100,00 %</b>		<b>Gesamt 65 Pos.</b>
Baugruppe	Lieferantenkosten	Reihung	Kategorie	Lieferant
Welle roh		1	A	Schmiedewerk Gröditz GmbH Germany
nicht KO Elektroblech 0,5 mm		2	A	Thyssen Krupp Stahl AG Germany/Arcelor Mittal
Röbelstab		3	A	ASTA Elektrodraht GmbH & Co KG Austria
Grundrahmen bearbeitet		4	A	Koncar Inc. Croatia/Huta Malapanew Poland
Läuferkappe roh		5	A	Saarschmiede GmbH Germany
Generatorabdeckung Zukauf		6	A	ANDRITZ F&B Slowakai/Tian Bao China
Statorgehäuse AKFT		7	A	ANDRITZ Kft. Hungary
Rotor EM		8	A	
Rotorkupfer		9	A	Bundmetall Amstetten GmbH Austria
Lager CE		10	A	Orion Bearings USA
Lager TE		11	A	Orion Bearings USA
Material Pauschal Montage		12	A	N.N.
Stator EM		13	A	
Material Pauschal Einschubpaket be.		14	A	N.N.

Tabelle 6.2 ABC Analyse nach Zukaufteilen 2. Ebene, A Bauteile<sup>98</sup>

<sup>98</sup> Quelle: Eigene Darstellung

Nachstehend sind die Lieferanten in der Kategorie B ersichtlich. Diese machen am Gesamtwert des Generators 14,91% aus und bestehen aus 21 Positionen.

ABC Analyse nach Zukaufteilen 2. Ebene B Bauteile				
Material Pauschal RotorBewickelt	█	15	B	N.N.
Druckplatten roh	█	16	B	Johann Nemetz & Co GmbH Austria
Nutseitenfeder	█	17	B	Krempel GmbH Germany
BD 0,15x25	█	18	B	Isovolta Gatex GmbH Germany
Nutwinkel	█	19	B	ABB Schweiz AG Micafil Schweiz
Rotorkeil	█	20	B	Osborn Steel Extrusions Ltd.
Material Pauschal Statorstab	█	21	B	N.N.
Material Pauschal Grundrahmen	█	22	B	N.N.
Druckfinger roh	█	23	B	EHG Stahlzentrum GmbH & Co KG Austria
Ventilationsstege	█	24	B	Trefileries des Vosges S. A. France
Keybar Zukauf	█	25	B	Zollern GmbH & Co KG Germany/Bujon S.A. France
Material Pauschal Rotorspule/Stäbe	█	26	B	N.N.
Material Pauschal Statorblech	█	27	B	N.N.
Kupfer für Schaltteile	█	28	B	Gindre Duchavany
Füllmasse	█	29	B	Astro Chemical Company USA
BD 0,12x25	█	30	B	Isovolta Gatex GmbH Germany
Einsatzring Zukauf	█	31	B	Forgital SPA Italy
Ringe für Radiallüfter	█	32	B	Forgital SPA Italy
Magnetsonde	█	33	B	GE Energy USA
Stützring	█	34	B	Isovolta Gatex GmbH Germany
Kupfer Stabverbinder	█	35	B	Peter BLAU Austria

Tabelle 6.3 ABC Analyse nach Zukaufteilen 2. Ebene, B Bauteile<sup>99</sup>

<sup>99</sup> Quelle: Eigene Darstellung

Abschließend sind alle Baugruppen sowie deren Lieferanten in der Kategorie C ersichtlich. Diese sorgen für lediglich 4,47% der Gesamtkosten jedoch sind es 30 Positionen die sich in dieser Kategorie befinden.

ABC Analyse nach Zukaufteilen 2. Ebene C Bauteile				
Kappenisolation		36	C	Power & Composite Tech. LLC USA
Nutverschlussfeder		37	C	Krempel GmbH Germany
BD 0,05x40/1000		38	C	Krempel GmbH Germany
WID TH 2PT3 MINCO		39	C	EPHY-MESS GmbH Germany
High Temp Transducer Dual		40	C	Rexel Magyarország Kft. Ungarn
Luftführungsschild		41	C	ANDRITZ F&B Slowakai
Material Pauschal Stator geschichtet		42	C	N.N.
Material Pauschal Erregerstromleitu		43	C	N.N.
Harzprägnierter Filz		44	C	Gerome Technologies, Inc. USA
Nutgrundeinlage Zusammen		45	C	ROEHLING Engineering Plastics KG Germany
Geber-Schutzgehäuse		46	C	Bently Nevada INC USA
Generatorunterlage		47	C	VIBRSCIENCES INCORPORATED USA
Material Pauschal Rotor montiert		48	C	N.N.
Zusatzkosten Material Grundrahmen		49	C	N.N.
BD 0,22x21		50	C	Transalpina GmbH Austria
BD 0,09x40/1000		51	C	Krempel GmbH Germany
SH Flach 0,6x9 EP GS		52	C	BIW Isolierstoffe GmbH Germany
Distanzring		53	C	Isovolta Gatex GmbH Germany
Wicklungsschild		54	C	ANDRITZ F&B Slowakai
Dämpferfinger		55	C	Rayco of Schenectady USA
Proximitör Serie		56	C	Bently Nevada INC USA
BD 0,09x20		57	C	Isovolta Gatex GmbH Germany
Connectorcable		58	C	Rexel Magyarország Kft. Ungarn
Material Pauschal Rotor gewuchtet		59	C	N.N.
Material Pauschal Erregermaschine		60	C	N.N.
Material Pauschal Schaltteile		61	C	N.N.
Kupfer Schaltteile Lötbugel		62	C	Peter BLAU Austria
Material Pauschal Ablieferung		63	C	N.N.
Material Pauschal Welle		64	C	N.N.
Material Pauschal Lüfter		65	C	N.N.

Tabelle 6.4 ABC Analyse nach Zukaufteilen 2. Ebene, C Bauteile<sup>100</sup>

<sup>100</sup> Quelle: Eigene Darstellung

**6.3.1 ABC Analyse der Fertigungskosten Intern 2. Ebene**

In der nachfolgenden Tabelle sind alle Kosten der Internen Fertigung aufgelistet. In der letzten Spalte wird für jede Baugruppe der jeweilige Lieferant angeführt, der hier aufgrund der Tatsache, dass es sich um die „Interne Fertigung“ handelt, für jede Baugruppe die Andritz Hydro GmbH ist.

ABC Analyse nach Fertigungskosten Intern 2. Ebene				
		78,96 %		A - Gruppe (1-7) 7 Pos.
		14,88 %		B - Gruppe (8-11) 4 Pos.
		6,16 %		C - Gruppe (12-20) 9 Pos.
		<b>100,00 %</b>		<b>Gesamt 20 Pos.</b>
Baugruppe	Fertigung Intern	Reihung	Kategorie	Lieferant
Fertigung Statorstab		1	A	ANDRITZ Hydro Weiz Austria
Fertigung Einschubpaket		2	A	ANDRITZ Hydro Weiz Austria
Fertigung Welle		3	A	ANDRITZ Hydro Weiz Austria
Fertigung Montage		4	A	ANDRITZ Hydro Weiz Austria
Fertigung RotorBewickelt		5	A	ANDRITZ Hydro Weiz Austria
Fertigung Stator geschichtet		6	A	ANDRITZ Hydro Weiz Austria
Fertigung Rotorspule/Stäbe		7	A	ANDRITZ Hydro Weiz Austria
Fertigung Statorblech		8	B	ANDRITZ Hydro Weiz Austria
Fertigung Rotor gewuchtet		9	B	ANDRITZ Hydro Weiz Austria
Fertigung Grundrahmen		10	B	ANDRITZ Hydro Weiz Austria
Fertigung Schaltteile		11	B	ANDRITZ Hydro Weiz Austria
Fertigung Lüfter		12	C	ANDRITZ Hydro Weiz Austria
Fertigung Rotorkappe		13	C	ANDRITZ Hydro Weiz Austria
Fertigung Druckplatten/finger		14	C	ANDRITZ Hydro Weiz Austria
Fertigung Rotor montiert		15	C	ANDRITZ Hydro Weiz Austria
Fertigung Keybar		16	C	ANDRITZ Hydro Weiz Austria
Fertigung Ablieferung		17	C	ANDRITZ Hydro Weiz Austria
Fertigung Abnahmekosten		18	C	ANDRITZ Hydro Weiz Austria
Fertigung Erregerstromleitung		19	C	ANDRITZ Hydro Weiz Austria
Fertigung Erregermaschine		20	C	ANDRITZ Hydro Weiz Austria
<b>Fertigungskosten Intern</b>		<b>20</b>	<b>A,B,C</b>	

**Tabelle 6.5 ABC Analyse nach Fertigungskosten Intern 2. Ebene<sup>101</sup>**

<sup>101</sup> Quelle: Eigene Darstellung

**6.3.2 ABC Analyse der Transportkosten Ebene 2**

In der nachfolgenden Tabelle sind alle Kosten für den Transport der jeweiligen Baugruppen aufgelistet. In der letzten Spalte wird für jede Baugruppe der dazugehörige Lieferant angeführt. In diesem Fall wird auf die Spediteure nicht genauer eingegangen, weshalb sie auch nicht namentlich genannt werden.

ABC Analyse nach Transportkosten 2. Ebene																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">76,57 %</td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 70%;">A - Gruppe (1-4) 4 Pos.</td> </tr> <tr> <td>16,37 %</td> <td></td> <td>B - Gruppe (5-7) 3 Pos.</td> </tr> <tr> <td>7,06 %</td> <td></td> <td>C - Gruppe (8-13) 6 Pos.</td> </tr> <tr> <td><b>100,00 %</b></td> <td></td> <td><b>Gesamt 13 Pos.</b></td> </tr> </table>					76,57 %		A - Gruppe (1-4) 4 Pos.	16,37 %		B - Gruppe (5-7) 3 Pos.	7,06 %		C - Gruppe (8-13) 6 Pos.	<b>100,00 %</b>		<b>Gesamt 13 Pos.</b>
76,57 %		A - Gruppe (1-4) 4 Pos.														
16,37 %		B - Gruppe (5-7) 3 Pos.														
7,06 %		C - Gruppe (8-13) 6 Pos.														
<b>100,00 %</b>		<b>Gesamt 13 Pos.</b>														
Baugruppe	Transportkosten	Reihung	Kategorie	Spedition												
Transport Statorblech		1	A	Spediteur N.N.												
Transport Generatorabdeckung		2	A	Spediteur N.N.												
Transport Welle		3	A	Spediteur N.N.												
Transport Statorstab		4	A	Spediteur N.N.												
Transport Einschubpaket bewickelt		5	B	Spediteur N.N.												
Transport Erregermaschine		6	B	Spediteur N.N.												
Transport RotorBewickelt		7	B	Spediteur N.N.												
Transport Läuferkappe		8	C	Spediteur N.N.												
Transport Schaltteile		9	C	Spediteur N.N.												
Transport Polbefestigung/Keil		10	C	Spediteur N.N.												
Transport Keybar		11	C	Spediteur N.N.												
Transport Montage		12	C	Spediteur N.N.												
Transport Einsatzringe		13	C	Spediteur N.N.												
<b>GESAMT</b>		<b>13</b>	<b>A,B,C</b>													

Tabelle 6.6 ABC Analyse nach Transportkosten 2. Ebene<sup>102</sup>

<sup>102</sup> Quelle: Eigene Darstellung

Aus den drei Kostengruppen, Material, Fertigung und Transport ergeben sich die Herstellkosten des Generators. In der nächsten Tabelle ist die prozentuelle Aufteilung dieser drei Hauptgruppen auf die Gesamtkosten des Generators ersichtlich.

Gesamtkosten Generator A		
Kostengruppe Generator	Kosten	%
Material Lieferanten	████████	71,31 %
Fertigung Intern	████████	27,71 %
Transport	██████	0,98 %
<b>Gesamtkosten</b>	████████	<b>100,00 %</b>

**Tabelle 6.7 Gesamtkostenzusammenstellung Generator A<sup>103</sup>**

Diese Tabelle spiegelt jedoch nicht den tatsächlichen Anteil der Material- Fertigungs- und Transportkosten wieder. Es ist lediglich eine Abbildung der Kosten so wie sie in der zweiten Ebene der Gesamtkostenbetrachtung erscheint. Um eine genauere Aussage über die Aufteilung der Kosten zu erhalten ist es notwendig eine „Outside In“ Betrachtung für die beteiligten Lieferanten anzustellen.

---

<sup>103</sup> Quelle: Eigene Darstellung

## 7 Bewertung der Priorität der einzelnen Lieferanten

In einem weiteren Schritt werden alle Baugruppen in der zweiten Ebene mit demselben Lieferanten zusammengefasst und ein Gesamtbetrag je Lieferant gebildet. Dadurch ist es möglich die Lieferanten nach ihrem gesamten Einkaufswert zu ordnen.

### 7.1 ABC Analyse nach Lieferumfang je Lieferant 2. Ebene

In der nachstehenden Tabelle 7.1 sind alle Lieferanten in der Kategorie A für den Generator „A“ aufgelistet. Für Bauteile welche sich in der Baugruppe „Material Pauschal“ befinden werden die Lieferanten nicht explizit angeführt und mit *N.N.* für „No Name“ gekennzeichnet.

ABC Analyse nach Lieferumfang je Lieferant 2. Ebene, A Bauteile																
<table border="1"> <tr> <td>79,33 %</td> <td>██████████</td> <td>A - Gruppe (1-9) 9 Pos.</td> </tr> <tr> <td>14,64 %</td> <td>██████████</td> <td>B - Gruppe (10-16) 7 Pos.</td> </tr> <tr> <td>6,03 %</td> <td>██████████</td> <td>C - Gruppe (17-36) 20 Pos.</td> </tr> <tr> <td><b>100,00 %</b></td> <td>██████████</td> <td><b>Gesamt 36 Pos.</b></td> </tr> </table>					79,33 %	██████████	A - Gruppe (1-9) 9 Pos.	14,64 %	██████████	B - Gruppe (10-16) 7 Pos.	6,03 %	██████████	C - Gruppe (17-36) 20 Pos.	<b>100,00 %</b>	██████████	<b>Gesamt 36 Pos.</b>
79,33 %	██████████	A - Gruppe (1-9) 9 Pos.														
14,64 %	██████████	B - Gruppe (10-16) 7 Pos.														
6,03 %	██████████	C - Gruppe (17-36) 20 Pos.														
<b>100,00 %</b>	██████████	<b>Gesamt 36 Pos.</b>														
Lieferumfang	Lieferantenkosten	Reihung	Kategorie	Lieferant												
Fertigung INTERN	██████████	1	A	ANDRITZ Hydro GmbH Austria												
Welle roh	██████████	2	A	Schmiedewerk Gröditz GmbH Germany												
nicht KO Elektroblech 0,5 mm	██████████	3	A	Thyssen Krupp Stahl AG Germany/Arcelor Mittal												
Röbelstab	██████████	4	A	ASTA Elektrodraht GmbH & Co KG Austria												
Material Pauschal	██████████	5	A	N.N.												
Lager CE/TE	██████████	6	A	Orion Bearings USA												
Erregermaschine	██████████	7	A	████████████████████												
Grundrahmen bearbeitet	██████████	8	A	Koncar Inc. Croatia/Huta Malapanew Poland												
Generatorabdeckung/Luft/Wick.Ischild	██████████	9	A	ANDRITZ F&B Slowakai												

Tabelle 7.1 ABC Analyse nach Lieferumfang je Lieferant 2. Ebene, A Bauteile<sup>104</sup>

<sup>104</sup> Quelle: Eigene Darstellung

Die Andritz Hydro GmbH nimmt in der Tabelle 7.1 aufgrund der Zusammenfassung aller internen Fertigungskosten am Generator die erste Stelle ein. Für das „Material Pauschal“ ergibt sich die Position fünf. Der Wert kommt durch die Zusammenfassung aller Kleinteile bzw. Bauteile, für die keine gesonderte Baugruppe in der Projektkalkulation angelegt wurde, zustande

In der nachstehend angeführten Tabelle werden alle Lieferanten der Kategorie B angeführt. Für den Transport ergibt sich die Position 15. Dieser Wert ergibt sich aufgrund der Zusammenfassung aller Speditionskosten. Die Kosten sind nicht die tatsächlichen Kosten für den Transport sondern jene Kosten die in der Projektkalkulation bei den Baugruppen als Transportkosten ausgeführt werden. Für das „Material Pauschal“ und für Baugruppen bei denen es keine gesonderte Position für den Transport gibt entstehen ebenfalls Kosten für den Transport, welche in dieser Darstellung jedoch nicht berücksichtigt werden. Um diese Kosten ebenfalls zu erfassen, muss die Kostenstruktur des Lieferanten genauer betrachtet werden.

ABC Analyse nach Lieferumfang je Lieferant 2. Ebene, B Bauteile				
Läuferkappe roh		10	B	Saarschmiede GmbH Germany
Statorgehäuse AKFT		11	B	ANDRITZ Kft. Hungary
Rotorkupfer		12	B	Bundmetall Amstetten GmbH Austria
BD/Stützringe/Distanzringe		13	B	Isovolta Gatex GmbH Germany
Nutseitenfeder/verschlussfeder/BD		14	B	Krempel GmbH Germany
Transport		15	B	Spediteur N.N.
Druckplatten roh		16	B	Johann Nemetz & Co GmbH Austria

Tabelle 7.2 ABC Analyse nach Lieferumfang je Lieferant 2. Ebene, B Bauteile<sup>105</sup>

<sup>105</sup> Quelle: Eigene Darstellung

Abschließend sind alle Baugruppen sowie deren Lieferanten in der Kategorie C ersichtlich. Hier handelt es sich lediglich um 6,03% der Gesamtsumme insgesamt sind es 20 Positionen die sich in dieser Kategorie befinden.

ABC Analyse nach Lieferumfang je Lieferant 2. Ebene, C Bauteile				
Nutwinkel	████	17	C	ABB Schweiz AG Micafil Schweiz
Rotorkeil	████	18	C	Osborn Steel Extrusions Ltd.
Druckfinger roh	████	19	C	EHG Stahlzentrum GmbH & Co KG Austria
Einsatzring/Ringe für Radiallüfter	████	20	C	Forgital SPA Italy
Ventilationsstege	████	21	C	Trefileries des Vosges S. A. France
Keybar Zukauf	████	22	C	Zollern GmbH & Co KG Germany/Bujon S.A. France
Kupfer für Schaltteile	████	23	C	Gindre Duchavany
Füllmasse	████	24	C	Astro Chemical Company USA
Geber-Schutzgehäuse/Proximitor Serie	████	25	C	Bently Nevada INC USA
High Temp Transducer/Connectorcable	████	26	C	Rexel Magyarorszáq Kft. Ungarn
Kupfer Stabverbinder/Schaltteile	████	27	C	Peter BLAU Austria
Magnetsonde	████	28	C	GE Energy USA
Kappenisolation	████	29	C	Power & Composite Tech. LLC USA
WID TH 2PT3 MINCO	████	30	C	EPHY-MESS GmbH Germany
Harzimprägnierter Filz	████	31	C	Gerome Technologies, Inc. USA
Nutgrundeinlage Zusammen	████	32	C	ROECHLING Engineering Plastics KG Germany
Generatorunterlage	████	33	C	VIBRSCIENCES INCORPORATED USA
BD 0,22x21	████	34	C	Transalpina GmbH Austria
SH Flach 0,6x9 EP GS	████	35	C	BIW Isolierstoffe GmbH Germany
Dämpferfinger	████	36	C	Rayco of Schenectady USA

Tabelle 7.3 ABC Analyse nach Lieferumfang je Lieferant 2. Ebene, C Bauteile<sup>106</sup>

<sup>106</sup> Quelle: Eigene Darstellung

In der Abb. 7.1 sind die Kosten für die einzelnen Lieferanten in der summierten Darstellung ersichtlich. Die Kosten, die direkt bei der Andritz Hydro GmbH in Weiz anfallen, sind ebenfalls ersichtlich um ein ganzheitliches Kostenbild der Herstellkosten des Generators zu schaffen.

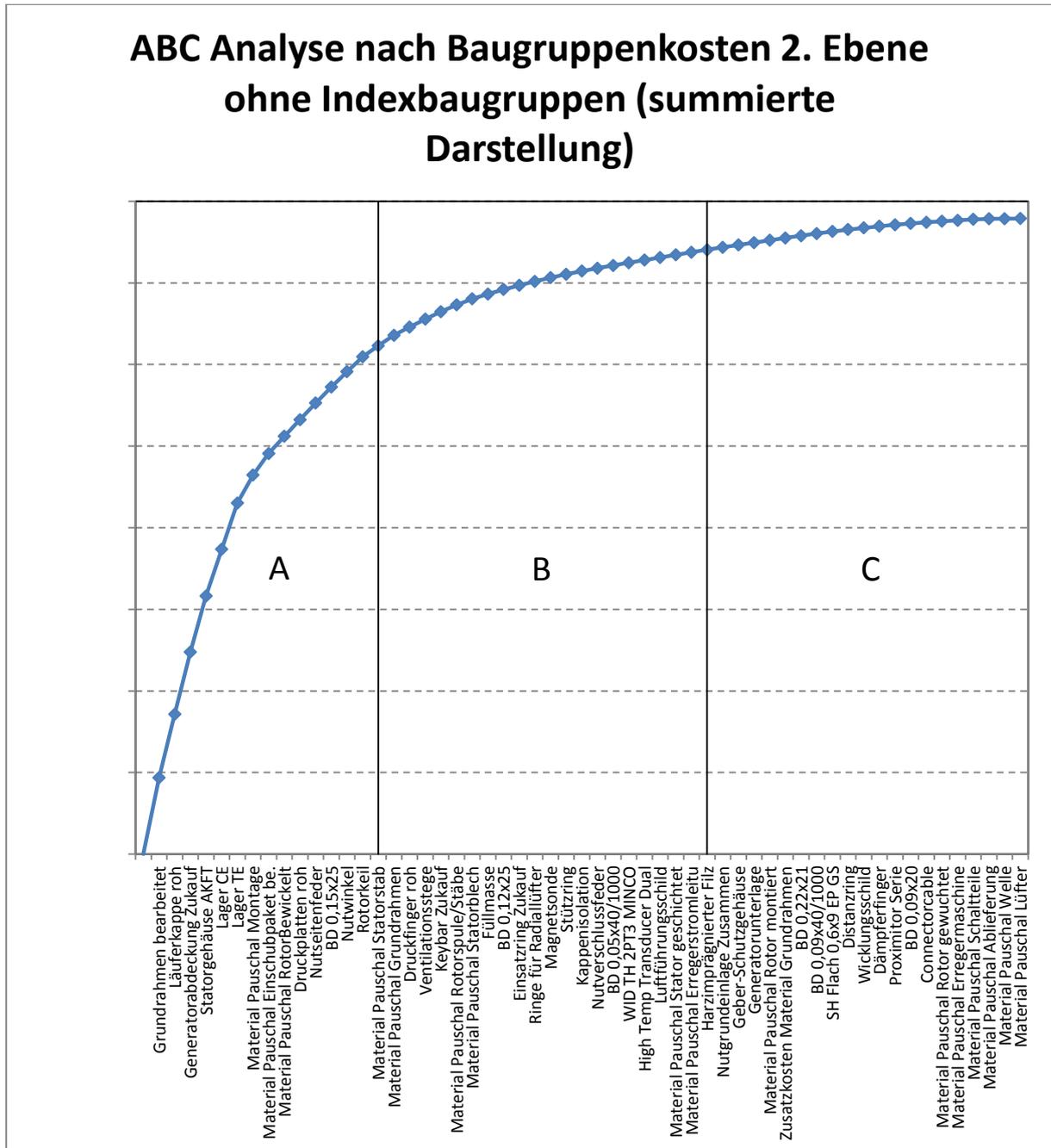


Abb. 7.1 ABC Analyse nach Lieferumfang je Lieferant 2. Ebene (summierte Darstellung)<sup>107</sup>

<sup>107</sup> Quelle: Eigene Darstellung

## 8 Abgleich der Priorität von Baugruppe und Lieferant

Um die Wertigkeit der einzelnen Baugruppen und jener der Lieferanten abgleichen bzw. eine Entscheidung treffen zu können, welche Lieferanten bzw. Baugruppen die höhere Priorität besitzen, ist es erforderlich, eine Gegenüberstellung der Reihung der Baugruppen mit der Reihung der Lieferanten anzustellen. Bei der Kategorie Fertigung, die in der nachstehenden Tabelle angeführt ist, handelt sich jedoch nicht um einen Lieferanten im eigentlichen Sinne was bedeutet, dass die Kategorie Fertigung nicht näher zu betrachten ist. Soll die Effizienz der Internen Fertigung gesteigert werden, dann sind diese Baugruppen nach ihrer Reihung nach näher zu betrachten.

ABC Analyse - Baugruppen Fertigung mit ABC - Analyse - Lieferanten 2. Ebene									
Baugruppen --->					<--- Lieferanten				
	Lieferumfang	Kosten	Reihung	%	%	Reihung	Kosten	Kategorie	Lieferant
Fertigung	Fertigung Statorstab	██████	1	5,43	27,71	1	██████	A	ANDRITZ Hydro Weiz Austria
	Fertigung Einschubpaket	██████	2	4,45					
	Fertigung Welle	██████	3	3,95					
	Fertigung Montage	██████	4	2,84					
	Fertigung RotorBewickelt	██████	5	1,90					
	Fertigung Stator geschichtet	██████	6	1,79					
	Fertigung Rotorspule/Stäbe	██████	7	1,52					
	Fertigung Statorblech	██████	8	1,39					
	Fertigung Rotor gewuchtet	██████	9	1,22					
	Fertigung Grundrahmen	██████	10	0,81					
	Fertigung Schalteile	██████	11	0,70					
	Fertigung Lüfter	██████	12	0,46					
	Fertigung Rotorkappe	██████	13	0,34					
	Fertigung Druckplatten/finger	██████	14	0,31					
	Fertigung Rotor montiert	██████	15	0,17					
	Fertigung Keybar	██████	16	0,14					
	Fertigung Ablieferung	██████	17	0,13					
	Fertigung Abnahmekosten	██████	18	0,07					
	Fertigung Erregerstromleitung	██████	19	0,04					
	Fertigung Erregermaschine	██████	20	0,03					

Tabelle 8.1 Zusammenführung ABC Analyse Baugruppen Fertigung mit Lieferanten<sup>108</sup>

<sup>108</sup> Quelle: Eigene Darstellung

Im Detail zeigt die Tabelle 8.1 auf der linken Seite die Auflistung und Reihung der Baugruppen nach der Kategorie *Fertigung*. Auf der rechten Seite werden den Baugruppen auf der linken Seite die Lieferanten zugeordnet. Dadurch ist es möglich, den Unterschied der Reihungen der Baugruppen nach ihren Kategorien zu den Reihungen der Lieferanten zu erkennen. Weiters zeigt die Tabelle den prozentuellen Anteil der Baugruppen sowie der Lieferanten am Gesamtwert des Generators. In der Tabelle 8.2 ist das gleiche Vorgehen mit der Kategorie *Material I* ersichtlich.

ABC Analyse - Baugruppen Material I mit ABC - Analyse - Lieferanten 2. Ebene									
Baugruppen --->					<--- Lieferanten				
	Lieferumfang	Kosten	Reihung	%	%	Reihung	Kosten	Kategorie	Lieferant
Material I	Welle roh	█	1	13,30	13,30	2	█	A	Schmiedewerk Gröditz GmbH Germany
	nicht KO Elektroblech 0,5 mm	█	2	7,24	7,24	3	█	A	Thyssen Krupp Stahl AG Germany/Arcelor Mittal
	Röbelstab	█	3	6,60	6,60	4	█	A	ASTA Elektrodraht GmbH & Co KG Austria
	Material Pauschal Montage	█	13	1,59	6,50	5	█	A	N.N.
	Material Pauschal Einschubpaket be.	█	15	1,22					
	Material Pauschal RotorBewickelt	█	16	0,97					
	Material Pauschal Statorstab	█	22	0,63					
	Material Pauschal Grundrahmen	█	23	0,59					
	Material Pauschal Rotorspule/Stäbe	█	27	0,38					
	Material Pauschal Statorblech	█	28	0,34					
	Material Pauschal Stator geschichtet	█	43	0,15					
	Material Pauschal Erregerstromleitu	█	44	0,14					
	Material Pauschal Rotor montiert	█	49	0,13					
	Zusatzkosten Material Grundrahmen	█	50	0,13					
	Material Pauschal Rotor gewuchtet	█	60	0,06					
	Material Pauschal Erregermaschine	█	61	0,05					
	Material Pauschal Schaltteile	█	62	0,05					
	Material Pauschal Ablieferung	█	64	0,03					
	Material Pauschal Welle	█	65	0,01					
	Material Pauschal Lüfter	█	66	0,01					
Lager CE	█	10	2,65	5,26	6	█	A	Orion Bearings USA	
Lager TE	█	11	2,61						

Tabelle 8.2 Zusammenführung ABC Analyse Baugruppen Material I mit Lieferanten<sup>109</sup>

<sup>109</sup> Quelle: Eigene Darstellung

Da es sich bei der Firma Andritz Hydro GmbH hauptsächlich um Zukaufteile handelt, welche spezielle Fertigungsschritte sowie Maschinen und Know How benötigen, können diese zum Großteil auch nur von einem Unternehmen gefertigt werden, das sich auf dieses Bauteil spezialisiert hat. Dieser Umstand bedingt, dass von einem Lieferanten meist auch nur ein Bauteil bezogen wird, somit ergeben sich bei der Gegenüberstellung von Baugruppen zu den Lieferanten keine größeren Abweichungen. Die größten Unterschiede finden sich bei den Lieferanten Andritz Hydro GmbH und bei den N.N. Lieferanten, da sich mehrere Baugruppen auf einen Lieferanten beziehen bzw. von der Andritz Hydro GmbH selbst gefertigt werden. In der nachstehenden Tabelle sind die Baugruppen der Kategorie Material II ersichtlich. Das sind jene Baugruppen, die an den Materialkosten den wertmäßig größten Anteil nach dem Material I haben.

ABC Analyse - Baugruppen Material II mit ABC - Analyse - Lieferanten 2. Ebene									
Baugruppen --->					<--- Lieferanten				
	Lieferumfang	Kosten	Reihung	%	%	Reihung	Kosten	Kategorie	Lieferant
Material II	Rotor ██████	█████	8	3,09	4,64	7	█████	A	████████████████
	Stator ██████	█████	14	1,55					
	Grundrahmen bearbeitet	█████	4	4,33	4,33	8	█████	A	Koncar Inc. Croatia/Huta Malapanew Poland
	Generatorabdeckung Zukauf	█████	6	3,52	3,77	9	█████	A	ANDRITZ F&B Slowakai
	Luftführungsschild	█████	42	0,15					
	Wicklungsschild	█████	55	0,10					
	Läuferkappe roh	█████	5	3,59	3,59	10	█████	B	Saarschmiede GmbH Germany
	Statorgehäuse AKFT	█████	7	3,16	3,16	11	█████	B	ANDRITZ Kft. Hungary
	Rotorkupfer	█████	9	3,04	3,04	12	█████	B	Bundmetall Amstetten GmbH Austria
	BD 0,15x25	█████	19	0,90	1,54	13	█████	B	Isovolta Gatex GmbH Germany
	BD 0,12x25	█████	31	0,26					
	Stützring	█████	35	0,20					
	Distanzring	█████	54	0,11					
	BD 0,09x20	█████	58	0,07					
	Nutseitenfeder	█████	18	0,94	1,39	14	█████	B	Krepel GmbH Germany
	Nutverschlussfeder	█████	38	0,16					
BD 0,05x40/1000	█████	39	0,16						
BD 0,09x40/1000	█████	52	0,12						

Tabelle 8.3 Zusammenführung ABC Analyse Baugruppen Material II mit Lieferanten<sup>110</sup>

<sup>110</sup> Quelle: Eigene Darstellung

In der nachstehenden Tabelle sind die Baugruppen der Kategorie Material III ersichtlich. Das sind jene Baugruppen, die an den Materialkosten den wertmäßig geringsten Anteil besitzen. Diese Kosten entsprechen Großteils der Kategorie C und beinhalten 24 Baugruppen, die von 20 Lieferanten bezogen werden.

ABC Analyse - Baugruppen Material III mit ABC - Analyse - Lieferanten 2. Ebene									
Baugruppen --->					<--- Lieferanten				
	Lieferumfang	Kosten	Reihung	%	%	Reihung	Kosten	Kategorie	Lieferant
Material III	Druckplatten roh	█	17	0,94	0,94	16	█	B	Johann Nemetz & Co GmbH Austria
	Nutwinkel	█	20	0,87	0,87	17	█	C	ABB Schweiz AG Micafil Schweiz
	Rotorkeil	█	21	0,84	0,84	18	█	C	Osborn Steel Extrusions Ltd.
	Druckfinger roh	█	24	0,46	0,46	19	█	C	EHG Stahlzentrum GmbH & Co KG Austria
	Einsatzring Zukauf	█	32	0,23	0,45	20	█	C	Forgital SPA Italy
	Ringe für Radiallüfter	█	33	0,22					
	Ventilationsstege	█	25	0,45	0,45	21	█	C	Trefileries des Vosges S. A. France
	Keybar Zukauf	█	26	0,42	0,42	22	█	C	Zollern GmbH & Co KG Germany/Bujon S.A. France
	Kupfer für Schaltteile	█	29	0,30	0,30	23	█	C	Gindre Duchavany
	Füllmasse	█	30	0,27	0,27	24	█	C	Astro Chemical Company USA
	Geber-Schutzgehäuse	█	47	0,14	0,22	25	█	C	Bently Nevada INC USA
	Proximitör Serie	█	57	0,08					
	High Temp Transducer Dual	█	41	0,15	0,22	26	█	C	Rexel Magyarország Kft. Ungarn
	Connectorcable	█	59	0,07					
	Kupfer Stabverbinder	█	36	0,18	0,22	27	█	C	Peter BLAU Austria
	Kupfer Schaltteile Löt Bügel	█	63	0,04					
	Magnetsonde	█	34	0,22	0,22	28	█	C	GE Energy USA
	Kappenisolation	█	37	0,17	0,17	29	█	C	Power & Composite Tech. LLC USA
	WID TH 2PT3 MINCO	█	40	0,15	0,15	30	█	C	EPHY-MESS GmbH Germany
	Harzimprägnierter Filz	█	45	0,14	0,14	31	█	C	Gerome Technologies, Inc. USA
	Nutgrundeinlage Zusammen	█	46	0,14	0,14	32	█	C	ROEHLING Engineering Plastics KG Germany
	Generatorunterlage	█	48	0,13	0,13	33	█	C	VIBRSCIENCES INCORPORATED USA
	BD 0,22x21	█	51	0,13	0,13	34	█	C	Transalpina GmbH Austria
	SH Flach 0,6x9 EP GS	█	53	0,11	0,11	35	█	C	BIW Isolierstoffe GmbH Germany
Dämpferfinger	█	56	0,09	0,09	36	█	C	Rayco of Schenectady USA	

Tabelle 8.4 Zusammenführung ABC Analyse Baugruppen Material III mit Lieferanten<sup>111</sup>

<sup>111</sup> Quelle: Eigene Darstellung

In der nachstehenden Tabelle ist ersichtlich, dass alle Spediteure zusammen den 15. Rang in der Reihung der Lieferanten einnehmen und somit in die Kategorie B eingereiht werden. Es ist jedoch auf der Baugruppenseite ersichtlich, dass der Anteil an den Gesamtkosten sehr gering ist.

ABC Analyse - Baugruppen Transport mit ABC - Analyse - Lieferanten 2. Ebene									
Baugruppen --->					<--- Lieferanten				
	Lieferumfang	Kosten	Reihung	%	%	Reihung	Kosten	Kategorie	Lieferant
Transport	Transport Statorblech	█	1	0,31	0,98	15	█	B	Spediteur N.N.
	Transport Generatorabdeckung	█	2	0,22					
	Transport Welle	█	3	0,14					
	Transport Statorstab	█	4	0,09					
	Transport Einschubpaket bewickelt	█	5	0,07					
	Transport Erregermaschine	█	6	0,06					
	Transport RotorBewickelt	█	7	0,04					
	Transport Läuferkappe	█	8	0,02					
	Transport Schaltteile	█	9	0,02					
	Transport Polbefestigung/Keil	█	10	0,01					
	Transport Keybar	█	11	0,01					
	Transport Montage	█	12	0,00					
	Transport Einsatzringe	█	13	0,00					

Tabelle 8.5 Zusammenführung ABC Analyse Baugruppen Transport mit Lieferanten<sup>112</sup>

Zusammenfassend ergibt sich folgende Kostenverteilung des Generators. Auf die Kategorie Material entfallen 71,31 %, auf die interne Fertigung 27,71 % und auf die Kategorie Transport 0,98 % der gesamten Herstellkosten. Weiters ergibt die Summe der Baugruppen in der 2. Ebene eine Anzahl von 98 Stück welche von 36 Lieferanten bezogen werden.

<sup>112</sup> Quelle: Eigene Darstellung

## 9 Sonderfall des Stammkunden (Kunde A)

Die Andritz Hydro GmbH hat mit dem Kunden A diverse Rahmenbedingungen verhandelt. Zu diesen Bedingungen zählen unter anderem auch, dass gewisse Kosten welche bei der Andritz Hydro GmbH anfallen ohne Kostenaufschläge direkt an den Kunden A weiterverrechnet werden. Als Beispiel wird die Baugruppe „Welle roh“ näher erläutert.

Die „Welle roh“ ist ein Schmiedebauteil. Die Preise für Schmiedebauteile orientieren sich nicht nur an den Material-, Energie-, und Lohnkosten sondern sind auch in einem großen Maße von der Auslastung der Schmieden abhängig. Die Auslastung ist wiederum sehr stark von der Weltwirtschaftslage abhängig. Somit kann es vorkommen, dass sich der Preis der Welle innerhalb kürzester Zeit um das Dreifache in die eine oder andere Richtung bewegt. In der Abb. 9.1 sind die Preisentwicklungen der Welle für den Generator „A“ für die Jahre 2007 bis 2013 ersichtlich. In Rot gekennzeichnet sind die in diesem Jahr verkauften Stückzahlen an Generatoren des Typs „A“.

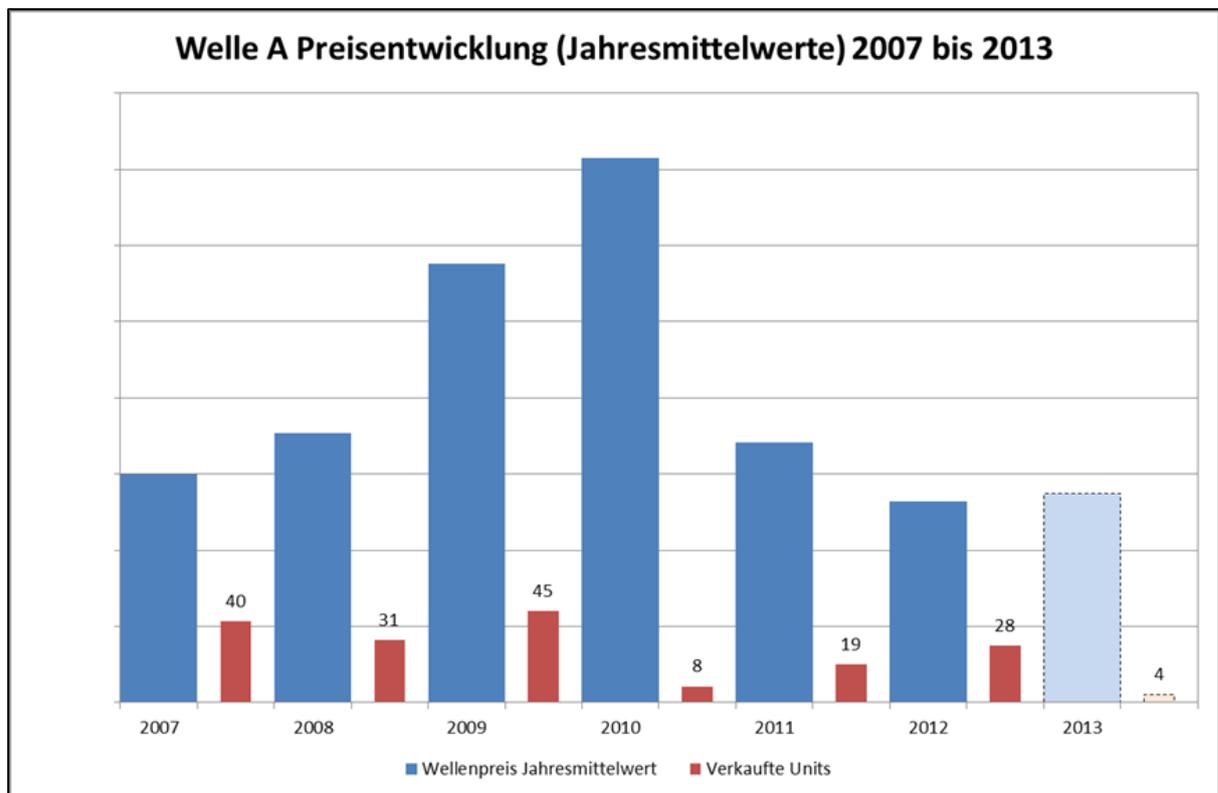


Abb. 9.1 Welle „A“ Preisentwicklung (Jahresmittelwerte) 2007 - 2013<sup>113</sup>

<sup>113</sup> Quelle: Eigene Darstellung

Dieser Umstand hat die Andritz Hydro GmbH dazu bewogen, das spekulative Risiko an die Firma A abzugeben, was bedeutet, dass der Kunde die Preisverhandlungen mit den Schmieden führt und diese Baugruppe für die Andritz Hydro GmbH somit keine wichtige Rolle im Bereich Sourcing einnimmt.

Handelt es sich jedoch um keinen solchen Stammkunden, dann muss für diese Baugruppe ebenfalls eine Kostenbetrachtung angestellt werden. Aus diesem Grund wurde in Absprache mit den verantwortlichen Einkäufern und den Projektteilnehmern eine Funktion entwickelt mit der der Einfluss der Auslastung der Schmieden berücksichtigt wird.

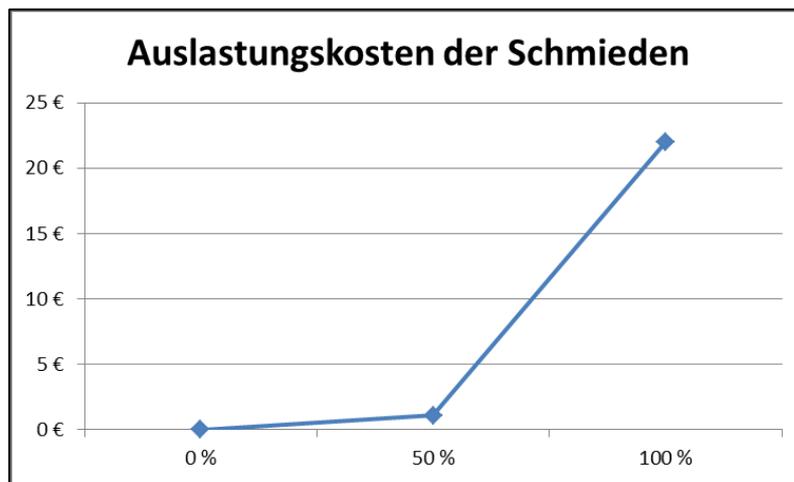


Abb. 9.2 Funktion für die Auslastungskosten der Schmieden<sup>114</sup>

Konkret werden dabei zwei lineare Funktionen mit unterschiedlichen Gradienten verwendet. In der Abb. 9.2 sind auf der Abszisse die Auslastung der Schmieden in Prozent zu der Gesamtkapazität angegeben und auf der Ordinate beispielhaft die Kosten die bei einer erhöhten Auslastung für die Andritz Hydro GmbH anfallen. Die Werte auf der Ordinate entsprechen keinen tatsächlichen Werten, sie sind nur zur Verständlichkeit und Abschätzung der Größenordnung der Steigung in Abhängigkeit zur Auslastung angeführt. Ob sich diese Annahmen bewahrheiten oder nicht, muss der Einsatz der Berechnung in der Praxis zeigen. Der Standardwert für die Basisberechnung in dem Kalkulationstool wird mit einer Auslastung von 50% angenommen.

<sup>114</sup> Quelle: Eigene Darstellung

## 9.1 Ausscheidung der Index Baugruppen

In der nachstehenden Tabelle sind alle ausgeschiedenen Baugruppen, für welche es mit dem Stammkunden gesonderte Rahmenbedingungen gibt, angeführt. Diese Baugruppen haben in weiterer Folge keine Bedeutung für die Betrachtung der Elementarfaktoren.

Sollte die Betrachtung jedoch für einen anderen Kunden als den Stammkunden angestellt werden, sind diese ausgeschiedenen Baugruppen auf jeden Fall zu berücksichtigen. Insbesondere deswegen, weil aus der Tabelle ersichtlich ist, dass die ersten 4 Baugruppen die Reihung 1 bis 7 bezogen auf die Gesamtkosten des Generators aufweisen. Das bedeutet, dass bei anderen Kunden auf diese Baugruppen ein erhöhtes Augenmerk gelegt werden muss!

Ausgeschiedene Baugruppen aufgrund von Gleitpreisverhandlungen mit Kunde A				
Baugruppe	Kosten	Reihung alt	Kategorie alt	Lieferant
Welle roh	██████	1	A	Schmiedewerk Gröditz GmbH Germany
nicht KO Elektroblech 0,5 mm	██████	2	A	Thyssen Krupp Stahl AG Germany/Arcelor Mittal
Röbelstab	██████	3	A	ASTA Elektrodraht GmbH & Co KG Austria
Rotorkupfer	██████	7	A	Bundmetall Amstetten GmbH Austria
Kupfer für Schaltteile	██████	21	C	Gindre Duchavany
Kupfer Stabverbinder	██████	25	C	Peter BLAU Austria
Kupfer Schaltteile Löt Bügel	██████	42	C	Peter BLAU Austria
<b>Summe gleitender Preis</b>	██████	<b>7</b>	<b>A,B,C</b>	

**Tabelle 9.1** Ausgeschieden Baugruppen wegen Index Preisverhandlungen mit Kunde A<sup>115</sup>

<sup>115</sup> Quelle: Eigene Darstellung

## 9.2 Zusammenführung einzelner Baugruppen

Um eine übersichtlichere Darstellung zu erhalten und Teile mit gleichen Kostentreibern gemeinsam darstellen zu können, werden die Baugruppen aus der Projektkalkulation<sup>116</sup> teilweise zusammengefasst und in neue Baugruppen für die Kostenbetrachtung umgewandelt. In der nachstehenden Tabelle ist ersichtlich wie diese Überführung geschehen ist.

Baugruppen lt. Projektkalkulation			Baugruppen für die Kostenbetrachtung	
Lager CE	█	→	Lager	█
Lager TE	█			
Material Pauschal Einschubpaket be. (je zur Hälfte auf Europa und USA)	█	→	Isolierteile Europa	█
Nutseitenfeder	█			
Stützring	█			
Nutverschlussfeder	█			
SH Flach 0,6x9 EP GS	█			
Distanzring	█			
Material Pauschal Einschubpaket be. (je zur Hälfte auf Europa und USA)	█	→	Isolierteile USA	█
Füllmasse	█			
Kappenisolation	█			
Harzimprägnierter Filz	█			
BD 0,15x25	█	→	Isolierung Statorstäbe	█
BD 0,12x25	█			
BD 0,05x40/1000	█			
BD 0,22x21	█			
BD 0,09x40/1000	█			
BD 0,09x20	█			
Material Pauschal Rotor bewickelt	█	→	Material Pauschal Rotor bewickelt	█
Nutwinkel	█			
Material Pauschal Rotorspule/Stäbe	█			
Nutgrundeinlage Zusammen	█			
Rotor EM	█	→	Erregermaschine	█
Stator EM	█			

Tabelle 9.2 Zusammenfassung zu neuen Baugruppen<sup>117</sup>

<sup>116</sup> Vgl. Andritz Hydro (2013b), S. 2

<sup>117</sup> Quelle: Eigene Darstellung

### 9.3 ABC Analyse nach neuen Baugruppen ohne Index 2. Ebene

Die nachstehende Tabelle zeigt die finale Auflistung der Baugruppen zur Beurteilung der Priorität nach ihren Herstellkosten ohne diejenigen, die aufgrund von Gleitpreisverhandlungen mit dem Kunden A ausgeschieden sind.

ABC Analyse nach Baugruppenkosten 2. Ebene ohne Indexbaugruppen, A Bauteile				
	79,36 %	█	A - Gruppe (1-10) 10 Pos.	
	15,06 %	█	B - Gruppe (11-20) 10 Pos.	
	5,58 %	█	C - Gruppe (21-41) 21 Pos.	
	100,00 %	█	Gesamt 41 Pos.	
Baugruppe	Kosten	Reihung	Kategorie	Lieferant
Lager	█	1	A	Orion Bearings USA
Erregermaschine	█	2	A	█
Grundrahmen bearbeitet	█	3	A	Koncar Inc. Croatia/Huta Malapanew Poland
Läuferkappe roh	█	4	A	Saarschmiede GmbH Germany
Generatorabdeckung Zukauf	█	5	A	ANDRITZ F&B Slowakai/Tian Bao China
Statorgehäuse AKFT	█	6	A	ANDRITZ Kft. Hungary
Material Pauschal Rotor Bewickelt	█	7	A	N.N.
Isolierteile Europa	█	8	A	N.N.
Isolierung Statorstäbe	█	9	A	N.N.
Material Pauschal Montage	█	10	A	N.N.

Tabelle 9.3 ABC Analyse nach Baugruppenkosten 2. Ebene ohne Index, A Bauteile<sup>118</sup>

ABC Analyse nach Baugruppenkosten 2. Ebene ohne Indexbaugruppen, B Bauteile				
Isolierteile USA	█	11	B	N.N.
Druckplatten roh	█	12	B	Johann Nemetz & Co GmbH Austria
Rotorkeil	█	13	B	Osborn Steel Extrusions Ltd.
Material Pauschal Statorstab	█	14	B	N.N.
Material Pauschal Grundrahmen	█	15	B	N.N.
Druckfinger roh	█	16	B	EHG Stahlzentrum GmbH & Co KG Austria
Ventilationsstege	█	17	B	Trefileries des Vosges S. A. France
Keybar Zukauf	█	18	B	Zollern GmbH & Co KG Germany/Bujon S.A. France
Material Pauschal Statorblech	█	19	B	N.N.
Einsatzring Zukauf	█	20	B	Forgital SPA Italy

Tabelle 9.4 ABC Analyse nach Baugruppenkosten 2. Ebene ohne Index, B Bauteile<sup>119</sup>

<sup>118</sup> Quelle: Eigene Darstellung

<sup>119</sup> Quelle: Eigene Darstellung

Auf die grün hinterlegten Baugruppen in der Tabelle 9.3 und Tabelle 9.4 wird nach Absprache mit den Verantwortlichen bei der Andritz Hydro GmbH näher eingegangen. Nachstehend sind der Vollständigkeit halber jene Baugruppen der Kategorie C angeführt. Für diese Baugruppen wird keine nähere Betrachtung der Lieferanten angestellt.

ABC Analyse nach Baugruppenkosten 2. Ebene ohne Indexbaugruppen, C Bauteile				
Ringe für Radiallüfter	██████	21	C	Forgital SPA Italy
Magnetsonde	██████	22	C	GE Energy USA
WID TH 2PT3 MINCO	██████	23	C	EPHY-MESS GmbH Germany
High Temp Transducer Dual	██████	24	C	Rexel Magyarország Kft. Ungarn
Luftführungsschild	██████	25	C	ANDRITZ F&B Slowakai
Material Pauschal Stator geschichtet	██████	26	C	N.N.
Material Pauschal Erregerstromleitung	██████	27	C	N.N.
Geber-Schutzgehäuse	██████	28	C	Bently Nevada INC USA
Generatorunterlage	██████	29	C	VIBRSCIENCES INCORPORATED USA
Material Pauschal Rotor montiert	██████	30	C	N.N.
Zusatzkosten Material Grundrahmen	██████	31	C	N.N.
Wicklungsschild	██████	32	C	ANDRITZ F&B Slowakai
Dämpferfinger	██████	33	C	Rayco of Schenectady USA
Proximitör Serie	██████	34	C	Bently Nevada INC USA
Connectorcable	██████	35	C	Rexel Magyarország Kft. Ungarn
Material Pauschal Rotor gewuchtet	██████	36	C	N.N.
Material Pauschal Erregermaschine	██████	37	C	N.N.
Material Pauschal Schaltteile	██████	38	C	N.N.
Material Pauschal Ablieferung	██████	39	C	N.N.
Material Pauschal Welle	██████	40	C	N.N.
Material Pauschal Lüfter	██████	41	C	N.N.

**Tabelle 9.5 ABC Analyse nach Baugruppenkosten 2. Ebene ohne Index, C Bauteile**

Aufgrund der Tatsache, dass es sich um den Stammkunden handelt, sind in der Abb. 9.3 alle Baugruppen angeführt, für die eine genauere Kostenbetrachtung angestellt werden muss. Das nachstehende Diagramm zeigt alle Baugruppenkosten, welche eine wesentliche Bedeutung für das Sourcing haben, unter Voraussetzung, dass es sich um den Stammkunden handelt.

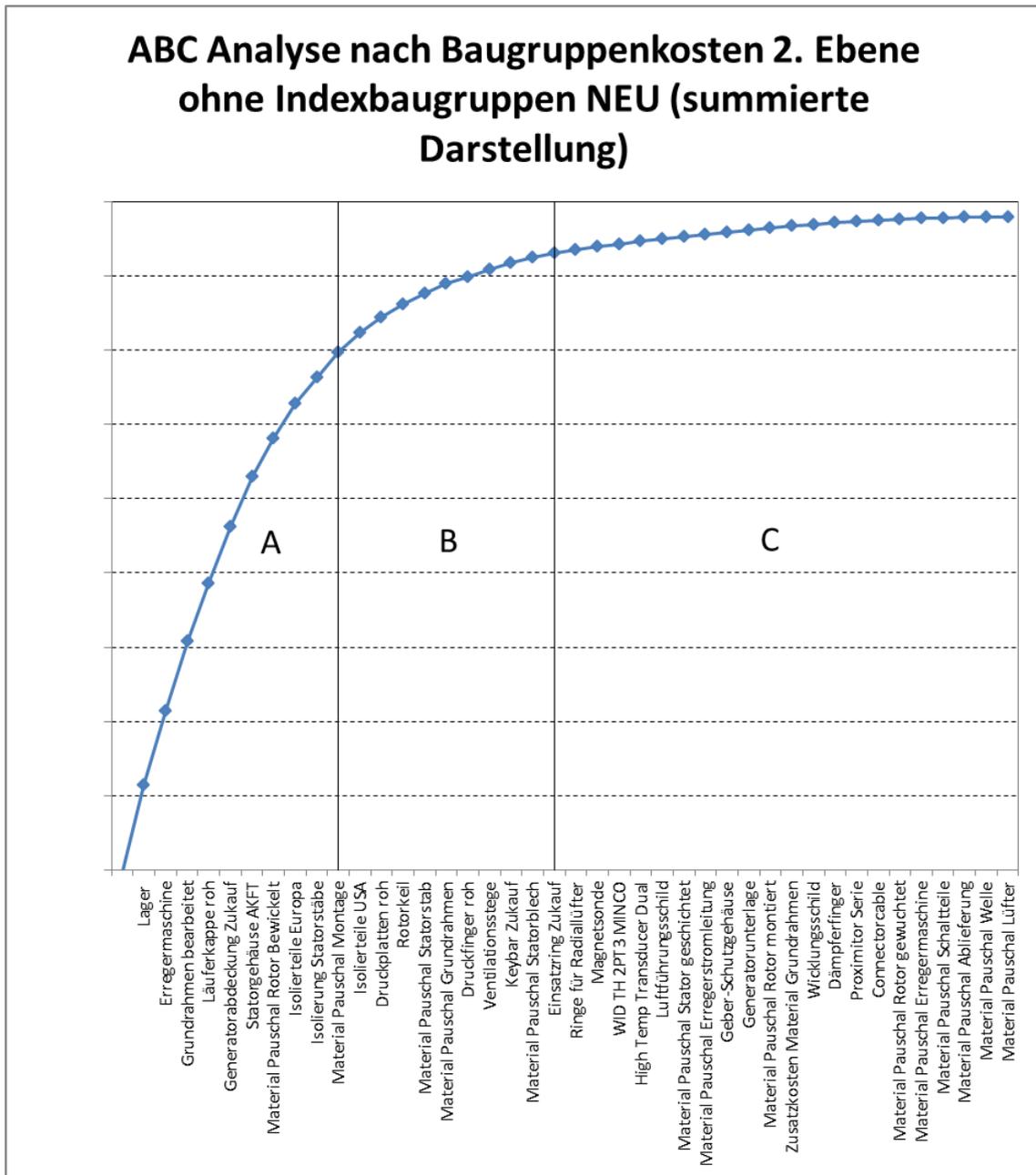


Abb. 9.3 ABC Analyse nach Baugruppenkosten 2. Ebene ohne Index (summierte Darstellung)<sup>120</sup>

<sup>120</sup> Quelle: Eigene Darstellung

## 9.4 Ausgewählte Baugruppen für die OUTSIDE - IN Betrachtung

Die nachstehende Tabelle 9.6 zeigt alle Baugruppen welche im nächsten Schritt einer „Outside In“ Betrachtung unterzogen werden. Dabei handelt es sich um eine genaue Betrachtung der Kostenstruktur des Lieferante, welche es ermöglicht, aufgrund der erstellten Lieferantenstruktur, die Elementarfaktoren herauszufiltern und in einem weiteren Schritt unter Vorhersage der Entwicklung dieser Faktoren die Kosten dieser Baugruppe für die Zukunft darzustellen.

Ausgewählte Baugruppen für die OUTSIDE - IN Betrachtung				
Baugruppe	Kosten	Reihung	Kategorie	Lieferanten
Lager	██████	1	A	Orion Bearings USA
Erregermaschine	██████	2	A	██████████ ██████
Grundrahmen bearbeitet	██████	3	A	Koncar Inc. Croatia Huta Malapanew Poland
Läuferkappe roh	██████	4	A	Saarschmiede GmbH Germany
Generatorabdeckung Zukauf	██████	5	A	ANDRITZ F&B Slowakai Tian Bao China
Statorgehäuse AKFT	██████	6	A	ANDRITZ Kft. Hungary
Material Pauschal Rotor Bewickelt	██████	7	A	N.N.
Isolierteile Europa	██████	8	A	N.N.
Isolierung Statorstäbe	██████	9	A	N.N.
Isolierteile USA	██████	11	B	N.N.
Druckplatten roh	██████	12	B	Johann Nemetz & Co GmbH Austria
Rotorkeil	██████	13	B	Osborn Steel Extrusions Ltd.
Keybar Zukauf	██████	18	B	Zollern GmbH & Co KG Germany Bujon S.A. France
<b>Materialkosten</b>	██████		<b>A,B,</b>	

Tabelle 9.6 Ausgewählte Baugruppen für die Outside – In Betrachtung<sup>121</sup>

<sup>121</sup> Quelle: Eigene Darstellung

## 10 Ermittlung der Elementarfaktoren (ELF)

Unter Elementarfaktoren versteht man alle Rohstoffpreise bzw. Lohnkostenindizes und Konjunkturindizes die an der Produktion des Generators mittelbar oder unmittelbar beteiligt sind.

Um diese Faktoren aus den Gesamtkosten der Baugruppen welche im Kapitel 9.4 „Ausgewählte Baugruppen für die OUTSIDE - IN Betrachtung“ beschrieben wurden, herauslösen zu können, ist es von entscheidender Bedeutung den Fertigungsprozess so gut wie möglich zu kennen. Mit der Kenntnis der beteiligten Rohmaterialien, Hilfsstoffe und den eingesetzten Maschinen sowie dem Energieeinsatz am Fertigungsprozess ist es möglich eine Struktur der Kosten zu erstellen. Diese Kenntnis wurde in intensiven Gesprächen mit den Einkäufern der Andritz Hydro GmbH und Rechercharbeiten über die jeweiligen Unternehmen und deren Produktionsstätten erreicht. Weiters wurden individuelle Maßnahmen, wie die nachstehend näher beschriebenen Methoden, für die Erstellung der Kostenstruktur der Baugruppen angewendet:

1. **Direkte Anfrage** der Kostenzusammensetzung der Baugruppe bei den jeweiligen Lieferanten. Dies geschah über die zuständigen Einkäufer bei der Andritz Hydro GmbH. Hierbei ist zu erwähnen, dass die Lieferanten natürlich nicht ihre gesamte Kostenstruktur offen legen und weiters die Angaben der Lieferanten mit Vorbehalt für eine Kostenberechnung zu verwenden sind.
2. **Experteninterviews** mit den zuständigen Einkäufern um deren Einschätzung über die Kostenstruktur der Lieferanten miteinzubeziehen. Hierbei wurde unter anderem der Fragebogen, wie er im Anhang ersichtlich ist, verwendet.
3. Abschätzung der Kostenstruktur der Lieferanten auf Basis der **Eigenfertigungskosten** bei der Andritz Hydro GmbH. Einige Baugruppen, wie z.B. das Statorgehäuse, wurden noch vor einigen Jahren von der Andritz Hydro GmbH gefertigt. Nach dem Outsourcing wird für den Lieferanten eine ähnliche Kostenstruktur für diese Baugruppe vorausgesetzt und in das Kalkulationstool übernommen.

## 10.1 Kostenstruktur der Lieferanten

Um von den Verkaufspreisen der Lieferanten auf die Elementarfaktoren (ELF), genauer auf die Höhe des Einflusses auf den Gesamtpreis der produzierten Baugruppen schließen zu können, ist es notwendig eine Kostenstruktur anzunehmen. Diese soll den tatsächlichen Kalkulationsvorschriften der jeweiligen Lieferanten so nahe wie möglich kommen. Als Grundlage für die jeweilige Preisfindung wird die im Kapitel 4.5.2 „Zuschlagskalkulation“ näher beschriebene Kalkulationsvorschrift herangezogen.

Nachstehend wird die Kostenstruktur eines ausgewählten Lieferanten exemplarisch für die Beschreibung der Kalkulationsvorschriften wie sie im Kalkulationstool angewendet werden dargestellt.

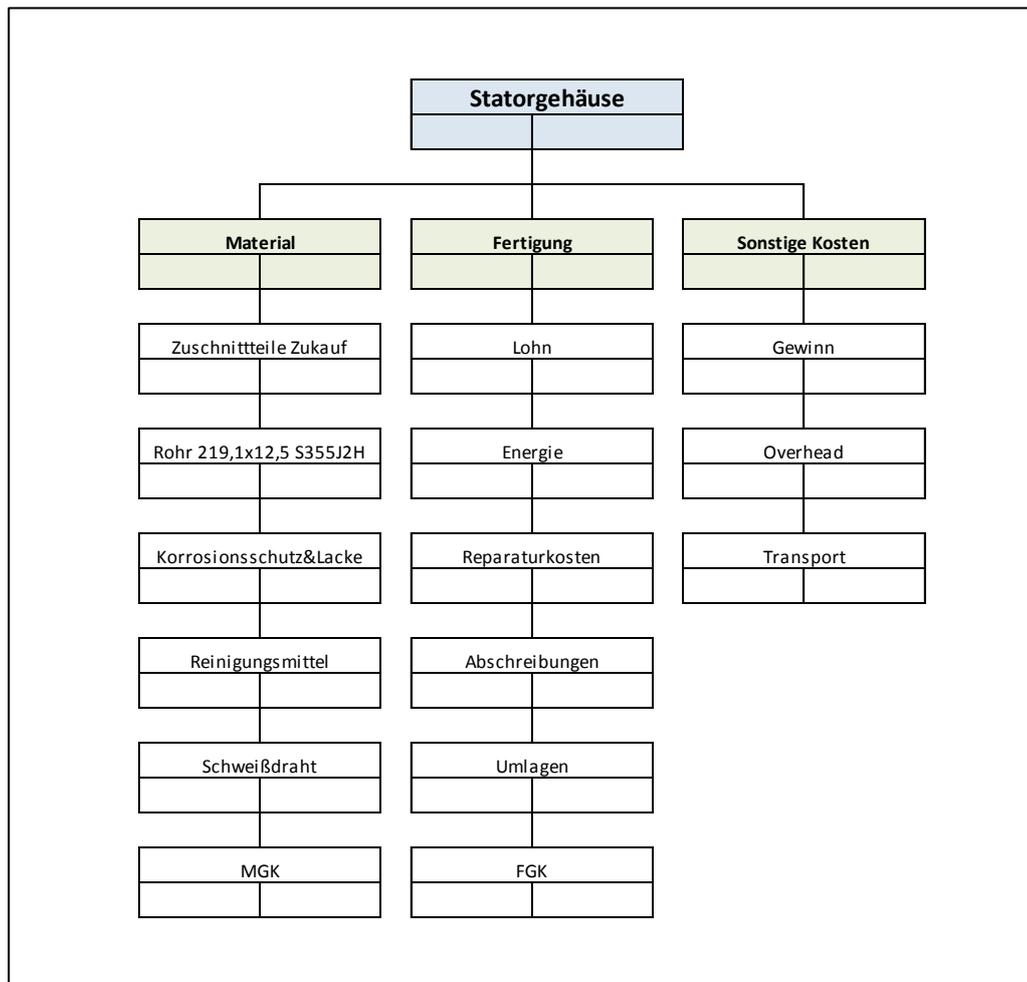


Abb. 10.1 Kostenstruktur eines ausgewählten Lieferanten<sup>122</sup>

<sup>122</sup> Quelle: Eigene Darstellung

Die Kostenstruktur ist so aufgebaut, dass alle am Preis hauptsächlich beteiligten Faktoren direkt berücksichtigt werden. Etwaige Kleinmaterialien oder Sonstige Kosten werden so angesehen als wären sie bei den angeführten Kostenstellen inbegriffen oder in den Gemeinkosten eingerechnet. Die Struktur wird zur Erreichung der Übersichtlichkeit und Zurechenbarkeit der Gemeinkosten in die drei nachstehend angeführten, übergeordneten Kategorien unterteilt:

- **Material**
- **Fertigung**
- **Sonstige Kosten**

Im **Material** befinden sich alle für die Herstellung des Zukaufteils notwendigen Materialien, so wie sie von dem Lieferanten zugekauft werden müssen. Es kann sich dabei um Rohmaterialien als auch um Halbzeuge handeln. Hierbei ist es wichtig zu wissen, in welcher Fertigungstiefe der Lieferant arbeitet. Werden z. B. Stahlplatten vom Lieferanten auf ihre Form zugeschnitten oder schon in der passenden Form von einem Dritten zugekauft? Sind alle Materialeinzelkosten angeführt, werden als letzte Position die Materialgemeinkosten über einen frei wählbaren Prozentsatz, der sich auf die Summe der Materialeinzelkosten bezieht, dem Material hinzugerechnet.

In der Kategorie **Fertigung** werden alle Fertigungskosten berücksichtigt, die für die Produktion direkt am Produkt anfallen. In der Abb. 10.1 sind für einen ausgewählten Lieferanten diese Kosten angeführt. Zu den Fertigungseinzelkosten werden noch die Fertigungsgemeinkosten über einen Prozentsatz bezogen auf die Summe der Einzelkosten zugerechnet.

Unter **Sonstige Kosten** fallen alle zusätzlichen Kosten der Unternehmung, die über den Verkaufspreis des Produktes, gedeckt werden müssen. Dazu zählen Overheadkosten, etwaige Transportkosten und der Gewinn der Unternehmung bezogen auf die betrachtete Baugruppe.

## 10.2 Auswertung der Elementarfaktoren (ELF)

In diesem Kapitel wird die zuvor beschriebene Baugruppe „Statorgehäuse“ in ihre ELF aufgeschlüsselt und der prozentuelle Anteil am Gesamtpreis ermittelt. Wie unter dem Punkt 3.3 „*Baugruppen des betrachteten Generators*“ beschrieben, handelt es sich bei dem Statorgehäuse um ein Stahlbauteil welches hauptsächlich aus Stahlplatten und Formrohren besteht.

Baugruppe	Produktionsfaktoren	Elementarfaktoren
Statorgehäuse	22,70 %	Material HRC - Preis
	28,82 %	Lohn Lohn Ungarn, Österreich
	1,21 %	Energie Strom Europa
	3,56 %	Maschinen FIX
	4,82 %	Diverse HK Index
Lieferant	34,61 %	Lieferantenstruktur FIX
ANDRITZ Kft. Hungary	4,28 %	Transport Öl/Diesel

Tabelle 10.1 Aufteilung der ELF in der BG Statorgehäuse<sup>123</sup>

Der verwendete Stahl mit der Bezeichnung „S355J0+N“ wird aus einem warmgewalzten und gerollten Bund, dem so genannten „Hot Rolled Coil“ abgekürzt als HRC hergestellt. Der Preis für dieses HRC dient als Index für die Stahlplatten und auch für die Stahlrohre. Als Quelle für diesen Index wird die Plattform Kairos Commodities<sup>124</sup> herangezogen. Um nun aber von diesem Index auf einen tatsächlichen Preis zu kommen, ist es notwendig einen Faktor hinzuzurechnen. Nach mehrmaligen Absprachen mit den zuständigen Einkäufern der Andritz Hydro GmbH wurden diese Faktoren sowohl für die Stahlplatten als auch für die Rohre bestimmt und in die Berechnungen eingebunden. Bei dieser Baugruppe ist weiters zu beachten, dass die Platten als fertige Zuschnitteile von einem weiteren Lieferanten zugekauft werden und dann erst bei der Andritz Kft. in Ungarn weiterverarbeitet werden. Dieser Umstand bedingt, dass hinter dem Preis der Zuschnitteile wiederum eine sekundäre Kostenstruktur hinterlegt ist, nämlich jene des Zulieferers, der die Stahlplatten zuschneidet. Der prozentuelle Anteil des HRC Preises am Gesamtpreis der Baugruppe ist in der Tabelle 10.1 ersichtlich. Dieser ergibt sich nun aus dem direkt an den HRC Preis gekoppelten Materialeinsatz des Sekundärlieferanten, der die Platten

<sup>123</sup> Quelle: Eigene Darstellung

<sup>124</sup> Kairos Commodities (2013), Zugegriffen am 12.06.2013

zuschneidet, und aus dem Materialpreis der Rohre die vom Primärlieferanten zugekauft werden.

Für den Lohn werden die durchschnittlichen Lohnkosten eines Arbeiters an dem betrachteten Produktionsstandort herangezogen. Hierbei handelt es sich aber ausschließlich um Lohnkosten für die direkt an der Produktion beteiligten Mitarbeiter. Für die Veränderung der Lohnkosten wird der von der Eurostat<sup>125</sup> veröffentlichte Arbeitskostenindex herangezogen. Die Gehaltskosten der Angestellten, müssen zwar ebenfalls über das produzierte Bauteil erwirtschaftet werden, sie sind hier aber nicht enthalten. Diese werden über die Overheadkosten in die Kostenstruktur eingerechnet. Bei der betrachteten Baugruppe handelt es sich bei dem Produktionsfaktor Lohn um die Elementarfaktoren „Lohn Österreich“ und „Lohn Ungarn“. In Österreich werden die Stahlplatten zugeschnitten und in Ungarn wird das Statorgehäuse aus den zugekauften Einzelteilen gefertigt. In Summe ergibt sich daraus ein Lohnanteil an den Gesamtkosten der Baugruppe von 28,82 %.

Der Kostenanteil für die Energie von 1,21 % ergibt sich durch den beim Fertigungsprozess notwendigen Energieeinsatz. Um diesen Energieeinsatz berechnen zu können, ist es notwendig alle an der Produktion beteiligten Maschinen und Anlagen zu kennen. Weiters muss die Art des Energieeinsatzes bekannt sein. Handelt es sich um ein elektrisches Betriebsmittel, dann lässt sich die Energiemenge mit Hilfe der Anschlussleistung und der Einsatzdauer dieser Maschine berechnen. Über den Indexwert Strom, welcher die Einheit [Euro pro Kilowattstunde] besitzt, lässt sich die Energiemenge in Geldeinheiten umrechnen und somit für die Kostenrechnung verwenden.

Der Produktionsfaktor Maschine verursacht ebenfalls Kosten. Diese Kosten entstehen zunächst bei der Investition, werden aber für die Kostenrechnung mit Hilfe der Abschreibung berücksichtigt. Die Abschreibungen werden mit Hilfe des Wiederbeschaffungswertes, den Investitionskosten, der Nutzungsdauer der Maschinen und des aktuellen Alters berechnet. Das Alter der Maschine wird deshalb berücksichtigt, weil bereits abgeschriebene Maschinen keine kalkulatorischen Kosten mehr verursachen. Die kalkulatorische Abschreibung ist in dem Kalkulationstool ein konstanter Wert und wird für die Vorschauberechnung nicht beeinflusst. Das bedeutet diese Kosten verändern sich nicht solange an der Kostenstruktur keine Veränderungen vorgenommen werden.

Diverse Herstellkosten (HK) dienen zur Abdeckung jener Kosten, die nicht einzeln erfasst werden. Hierzu zählen Verbrauchsmaterialien wie der Schweißdraht,

---

<sup>125</sup> Eurostat (2013), Zugriffen am 25.05.2013

Korrosionsschutz, Lacke, Reinigungsmaterial, Schrauben, usw. Diese Kosten werden über einen Index, der für diese Branche maßgeschneidert ist, nachgeführt. In diesem Fall handelt es sich um den Index „Elektromotoren, Generatoren, Transformatoren, Elektrizitätsverteilungs- u. Schalteinrichtungen“, von der Industrie- und Handelskammer in Nürnberg, Deutschland bestätigt und vom statistischen Bundesamt Wiesbaden<sup>126</sup> veröffentlicht. Zur Lieferantenstruktur zählen alle für die Aufrechterhaltung der Unternehmung anfallenden Kosten und auch die erzielten Gewinne des Lieferanten. Für die betrachtete Baugruppe handelt es sich um die nachstehend näher beschriebenen Kosten, wobei auch der Gewinn des Lieferanten als Kostenblock seitens der Andritz Hydro GmbH anzusehen ist.

- **Reparaturkosten:** Diese Kosten fallen beim Lieferanten für die Instandhaltung, Wartung, und Reparatur der in der Unternehmung eingesetzten Potenzialfaktoren an. Diese Kosten können nur von extern abgeschätzt werden. Diese Art von Kosten wird nicht direkt über einen Elementarfaktor beeinflusst.
- **Umlagen:** Dabei handelt es sich um allgemeine Kosten, die eine gewisse Kostenstelle zu tragen hat, weil von ihr gewisse Ressourcen in Anspruch genommen werden. Zum Beispiel werden die Raumkosten, die in Form von Miete bei der Unternehmung anfallen, auf diejenigen Kostenstellen verteilt, die den Raum nutzen. Die Umlagen werden ebenfalls von keinem Index beeinflusst.
- **Overheadkosten:** Hier fallen die Gehaltskosten der Angestellten im Overhead sowie die Infrastrukturkosten für die Verwaltung der Unternehmung an. Diese Kosten stehen in einer prozentuellen Abhängigkeit zu den restlichen Kosten der Baugruppe und verändern sich in Abhängigkeit dieser.
- **Gewinn:** Dieser wird ebenfalls in Form einer Prozentangabe, bezogen auf die Kosten der Kategorien Material und Fertigung, auf die Gesamtkosten der Baugruppe aufgerechnet.

Den Transportkosten kommt zurzeit noch keine große Bedeutung zu. In der Zukunft ist es aber absehbar, dass auch der Anteil der Transportkosten an den Gesamtkosten steigen wird. Daher wurden diese Kosten ebenfalls als eigener Kostenblock ausgeführt. Als Indexwert für die Vorschauberechnung dient der Dieselpreis an der Tankstelle.

---

<sup>126</sup> Destatis (2013), Zugegriffen am 12.05.2013

## **11 Kalkulationstool „GenoCalc“**

Ein erheblicher Teil dieser Arbeit bestand in der Entwicklung eines Kalkulationstools basierend auf dem Programm Microsoft Excel. Ziel dieses Programms soll es sein, mit Hilfe der Eingabefaktoren, die im engeren Sinn die ELF darstellen und der Eingabe des zu betrachtenden Vorschaujahres, die Herstellkosten der einzelnen Baugruppen sowie des gesamten Generators prognostizieren zu können. Grundlage für diese Vorschauberechnungen sind die jeweils angenommenen Preissteigerungsraten bzw. Indexentwicklungen bis zum Vorschaujahr.

### **11.1 Aufbau des Programms**

Das Programm wird auf Wunsch der Andritz Hydro GmbH ausschließlich in Microsoft Excel ausgeführt. Der Aufbau ist so strukturiert, dass es jederzeit möglich ist Erweiterungen oder Änderungen an den einzelnen Baugruppen vorzunehmen. Auch ist es, aufgrund der Ordnerstruktur, möglich mit wenig Aufwand eine zusätzliche Baugruppe einzufügen.

#### **11.1.1 Ordnerstruktur**

In der Abb. 11.1 ist die Ordnerstruktur des Kalkulationstools ersichtlich. Dabei ist das Excel Sheet mit der Bezeichnung „GenoCalc“ jenes File, in dem die Eingabewerte als Basis für die Berechnungen eingegeben werden. Ebenfalls werden die Ausgabewerte in diesem File numerisch und grafisch dargestellt. Der Strukturbaum, welcher sich den aktuellen Vorschauwerten anpasst befindet sich ebenfalls in diesem File.

Der Ordner „Generator A“ beinhaltet die Unterordner „Stator“, „Rotor“ und „Montage“, sowie das Excel File „GeneratorA“. In diesem Excel File ist es möglich über Hyperlink Verknüpfungen alle weiteren Files in den tieferen Ebenen zu öffnen. Ein durchklicken durch die Ordner ist ebenfalls möglich um das gewünschte File zu erreichen. Die Excel Files sind untereinander verknüpft und beziehen ihre Werte aus dem darunter liegenden File. Dieser Vorgang des Aktualisierens passiert bei jedem mal Öffnen der Files.

In der nachstehenden Abbildung ist die Ordnerstruktur des Kalkulationstools ersichtlich.

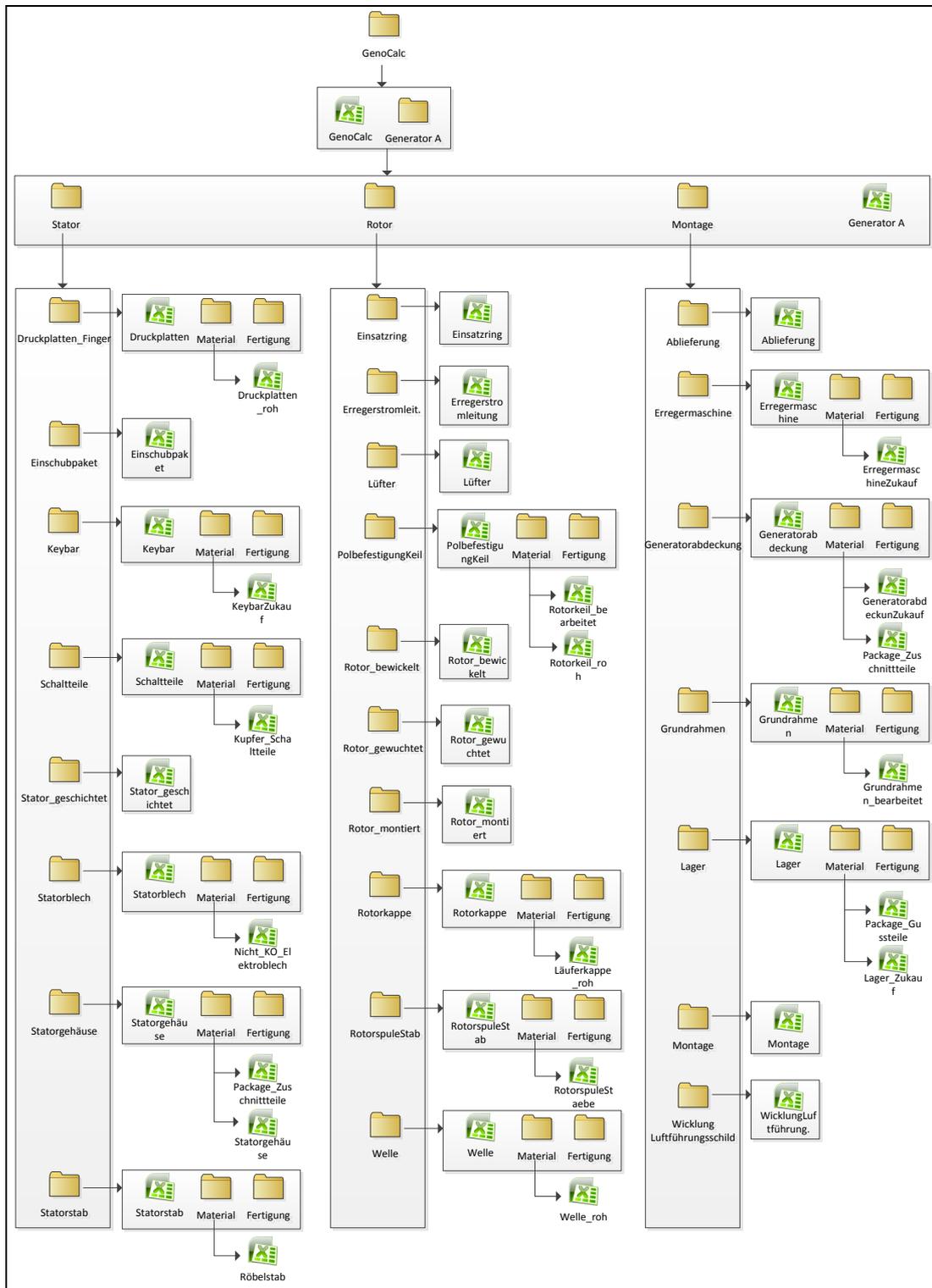


Abb. 11.1 Ordnerstruktur des Kalkulationstools<sup>127</sup>

<sup>127</sup> Quelle: Eigene Darstellung

### 11.1.2 Baugruppenfile

Ein Baugruppenfile ist ein Excel File, das die Kosten der Baugruppe in die folgenden zwei Kategorien unterteilt:

- **Material**
- **Fertigung**

In der Kategorie **Material** befinden sich eine oder mehrere Baugruppen und zusätzliche Kosten wie z. B. Abnahmekosten usw. Handelt es sich um eine Baugruppe, die nicht näher betrachtet wird, dann werden die Kosten dieser Baugruppe als fix angenommen und sind nicht von der Kostenstruktur eines Lieferanten abhängig. Bei Baugruppen für die eine „Outside In“ Betrachtung des Lieferanten angestellt wurde, setzen sich die Kosten aus den Detailkosten zusammen, die in dem jeweiligen Lieferantenfile angeführt sind.

Die Kategorie **Fertigung** beinhaltet jene Kosten, die im Fertigungsbetrieb der Andritz Hydro GmbH für die Bearbeitung der jeweiligen Baugruppe anfallen. Dazu gehören unter anderem die Fertigungslöhne, Maschinenkosten, Raumkosten, Hilfsmaterialien, Energiekosten usw.

### 11.1.3 Lieferantenfile

Ein Lieferantenfile beinhaltet alle wichtigen Kosteninformationen eines Lieferanten und dient als Arbeitsmappe für Veränderungen an der Kostenstruktur eines Lieferanten. Das Excel File besteht aus den folgenden 3 Sheets:

- **Struktur**
- **ELF**
- **Info**

In dem Excel - Sheet **Struktur** werden alle an dem betrachteten Bauteil beteiligten Kostenstellen angeführt und zu den Kosten „Material“, „Fertigung Lieferant“ und „Sonstige Kosten“ des Lieferanten addiert. Dabei bezieht jede einzelne Kostenstelle ihre Daten aus dem Sheet „ELF“.

Das Sheet **ELF** beinhaltet alle Elementarfaktoren (ELF) welche für die Berechnung der Herstellkosten zur Verfügung stehen. Weiters sind spezifische Eingabewerte für die Baugruppe angeführt und vom Nutzer veränderbar. Ein Beispiel hierfür ist das Gewicht

der Röbelstäbe, das über die Multiplikation des ELF Kupfer, der die Einheit [Euro pro Tonne] besitzt, Kosten für das Rohmaterial ergibt.

Das **Info** Sheet beinhaltet allgemeine Informationen bezüglich der betrachteten Unternehmung. Dieses Sheet soll auch als Nachschlageblatt für die Aufstellung der Kostenstruktur des Lieferanten dienen. Geht es z. B. um den Energieverbrauch für die Produktion, dann sollen die Informationen aus diesem Sheet herangezogen werden um eine Abschätzung des Energieverbrauchs vornehmen zu können. Daher ist es wichtig, dieses Sheet ständig mit neuen Erkenntnissen über den Lieferanten aufzufüllen, um die tatsächlichen Kosten des Lieferanten so genau wie möglich abbilden zu können.

#### **11.1.4 Strukturfile**

Das Strukturfile bietet eine Übersicht über alle Baugruppen der ersten Ebene. Die Baugruppen sind in diesem File in die folgenden drei Kategorien unterteilt:

- **Stator**
- **Rotor**
- **Montage**

Weiters ist es möglich über die Hyperlinkverbindungen in diesem File auf alle darunterliegenden Files zuzugreifen. Soll der Generator um eine zusätzliche Baugruppe erweitert werden, so muss auch in dem Strukturfile ein Kostenblock eingebunden und dieser mit dem neuen Baugruppenfile bzw. Lieferantenfile verlinkt werden.

### 11.1.5 Ein-/Ausgabefile

Im Ein-/Ausgabefile werden, wie der Name schon sagt, die Eingaben getätigt, die einzelnen Fileaufrufe durchgeführt und die Ergebnisse anschließend ausgegeben. Dieses File besteht aus vier Sheets:

- **Eingabe**
- **ELF**
- **Auswertung**
- **Strukturbaum**

In dem Sheet **Eingabe** werden die Elementarfaktoren als Indexwerte oder als spezifische Werte wie [Euro pro Kilogramm] oder [Euro pro Stunde] als Basiswerte eingegeben. Zusätzlich muss der Wert in dem zu betrachtenden Vorschaujahr eingegeben werden. Dies kann auf zwei Arten passieren, entweder wird ein fixer Wert oder eine prozentuelle Steigerung in [% p.a.] eingegeben.

Das Sheet **ELF** dient zur Kontrolle der Eingaben bzw. werden von diesem Sheet ausgehend die Werte von der darunterliegenden Excel Filestruktur übernommen. Hier können keine Änderungen vorgenommen werden. Wird ein zusätzliches File in die Struktur eingebunden, dann sind alle für dieses File notwendigen Elementarfaktorkosten aus dem ELF Sheet zu entnehmen bzw. eine Verknüpfung auf diese Werte herzustellen.

Die Ergebnisse und die grafische Darstellung der Werte passiert in dem Sheet **Auswertung**. Es werden für jede Baugruppe sowohl die Basisdaten für das Ausgangsjahr als auch die Herstellkosten für das Vorschaujahr und die Differenz zu den Basisdaten angezeigt.

Der **Strukturbaum**, wie im Anhang ersichtlich, stellt die Verknüpfungen der einzelnen Baugruppen zueinander grafisch und mit tatsächlichen Kosten dar. Weiters beinhaltet er die Aufschlüsselung der Anteile der Elementarfaktoren beginnend von den einzelnen Baugruppen bis zu den Gesamtherstellkosten des Generators.

## 11.2 Funktionsweise des Kalkulationstools

Das Kalkulationstool besteht wie schon zuvor beschrieben aus verschiedenen Excel Files und individuellen Sheets. Gegliedert sind diese Files in einer Ordnerstruktur, wie sie im Kapitel 11.1.1 „*Ordnerstruktur*“ beschrieben ist. Nachstehend soll erklärt werden, wie es von einem Eingabewert auf einen Vorschauwert innerhalb des Kalkulationstools kommt. In der Abb. 11.2 sind die Datenverknüpfungen der einzelnen Sheets dargestellt.

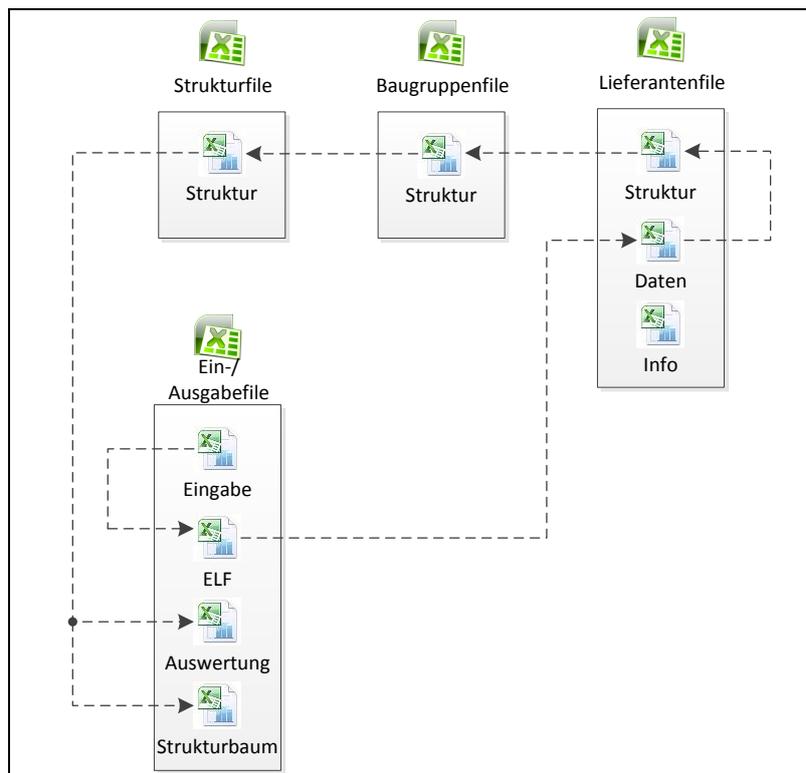


Abb. 11.2 Verknüpfungsstruktur der Excel Sheets<sup>128</sup>

Grundsätzlich stellen alle Verbindungen zwischen den Sheets Verknüpfungen mit einzelnen Zellen dar. Dies ist in Microsoft Excel nicht nur zwischen einzelnen Zellen in einem Sheet, sondern auch zwischen verschiedenen Sheets und sogar unterschiedlichen Files möglich. Damit eine Veränderung in einem File über eine Verknüpfung von einem anderen File erkannt wird, ist es aber notwendig, entweder beide Files geöffnet zu haben oder aber das File, auf das sich eine Zelle eines anderen Files bezieht, zuerst zu öffnen, den Wert zu speichern und danach wieder zu schließen. Genau dieser Vorgang wird mit Hilfe der Makro - Programmierung in Form

<sup>128</sup> Quelle: Eigene Darstellung

eines VBA Codes in Microsoft Excel durchgeführt. Im Anhang ist der Quellcode für diese Routine ersichtlich. Gestartet wird das Makro über einen Button im Ein-/Ausgabefile.

In dem Ein-/Ausgabefile befindet sich in dem Sheet „*Eingabe*“ die Eingabemaske für die Basiswerte als auch für die Vorschauwerte der Elementarfaktoren. Die Vorschauwerte werden nun entweder in Form eines fixen Wertes eingegeben oder aber mit Hilfe einer prozentuellen Steigerungsrate pro Jahr, auf einen fixen Wert für das Vorschaujahr berechnet. Das Sheet „*ELF*“ das eine Übersicht aller Elementarfaktoren darstellt, bezieht alle seine Werte aus der Eingabemaske.

In dem Lieferantenfile werden nun unter dem Sheet „*Daten*“ die in der Eingabemaske definierten Elementarfaktoren zur Verfügung gestellt. Mit Hilfe der baugruppenspezifischen Angaben werden diverse Berechnungen durchgeführt und der Wert in der Struktur hinterlegt.

Aus Gründen der Übersichtlichkeit und des modularen Aufbaus des Programms, werden die in den Lieferantenfiles gebildeten Werte über die Baugruppenfiles und das Strukturfile schließlich wieder an das Ein-/Ausgabefile zurückgeschickt oder anders gesagt, das Sheet „*Auswertung*“ als auch der Strukturbaum beziehen sich über Verknüpfungen auf die Werte in den Struktursheets.

## 12 Schlussfolgerungen und Ausblick

Das primäre Ziel dieser Arbeit war es ein Kalkulationstool zu entwickeln, mit dessen Hilfe es möglich sein soll Vorschauberechnungen zu erstellen. Damit soll aufgrund veränderter wirtschaftlicher Rahmenbedingungen sofort eine Aussage über die Herstellkosten des Generators getätigt werden können. Dieses Wissen ist für die Andritz Hydro GmbH deshalb so essentiell, weil mit Kunden Rahmenverträge mit einer Laufzeit von bis zu fünf Jahren abgeschlossen werden. Es ist also von entscheidender Bedeutung richtige Abschätzungen bezüglich der Herstellkosten des Lieferanten zu treffen um über die gesamte Periode positive Ergebnisse mit der Unternehmung zu erzielen.

Mit Hilfe der vorliegenden Arbeit wurden zunächst die wichtigsten Baugruppen welche die größten Kostentreiber beinhalten mittels verschiedener ABC Analysen ermittelt und sowohl tabellarisch als auch grafisch dargestellt. Wurde zuvor immer nur aus Erfahrungswerten heraus gehandelt, und damit Aussagen über die Einflüsse der Elementarfaktoren auf die Herstellkosten getätigt, so ist es jetzt möglich diese Werte nachzuvollziehen. Mit Hilfe des Strukturbaums, als grafische Darstellung der Elementarfaktoreinflüsse auf die Herstellkosten, ist es weiters möglich die sehr abstrakte Beeinflussung der Elementarfaktoren auf die Kostenzusammensetzung des Generators darzustellen. Dabei war es von entscheidender Bedeutung das Wissen der Abteilungen Einkauf sowie Controlling in die Berechnungen einzubinden. Eine weitere Erkenntnis aus dem Projekt war, dass die Herstellkosten nicht in allen Baugruppen nur von den Elementarfaktoren abhängig sind. Ein erheblicher Teil der Kosten besteht aus Gemeinkosten und Kosten für den Overhead der Unternehmen. Ebenfalls gibt es Baugruppen wie die Schmiedebauteile, die sich zu einem sehr großen Teil wirtschaftlichen Gegebenheiten anpassen und eine Stahlpreisveränderung keine große Rolle spielt. Deshalb wurde eine auslastungsabhängige Funktion in die Berechnung solcher Baugruppen eingebunden. Diese Annahmen müssen laufend aktualisiert werden, damit eine realistische Vorschauberechnung durchgeführt werden kann.

Das modular aufgebaute Kalkulationstool, welches zur Gänze im Programm Microsoft Excel erstellt wurde, ist auf einen Generator ausgelegt. Es sollte sukzessive in das Tagesgeschäft eingebunden werden und ständig mit Hilfe von Informationen bezüglich der Lieferanten verbessert werden. Möchte man die Kostenbetrachtung für einen weiteren Generator anstellen, so ist es notwendig eine detaillierte Bauteilaufstellung mit den einzelnen Baugruppenkosten zu erstellen. Dazu soll eine ABC Analyse der Bauteilkosten durchgeführt werden, um in weiterer Folge die „Outside In“ Betrachtung der wichtigsten Lieferanten zu erhalten. Die Ordnerstruktur für den Generator „A“ soll

dabei als Grundlage für die neue Struktur dienen und einfach dupliziert werden. Wird eine neue Baugruppe benötigt, so soll einfach ein bestehendes Baugruppenfile kopiert werden und in der richtigen Stelle der Ordnerstruktur eingefügt werden. Danach muss das neu erstellte File richtig benannt werden und in die Verknüpfungsstruktur eingebunden werden. Die Elementarfaktoren stehen in dem File bereits zur Verfügung, weil das File von einem bestehenden Baugruppenfile kopiert wurde. Weiters muss die Kostenstruktur des Lieferanten individuell angepasst werden. Dies geschieht mit Hilfe der Vorgabewerte aus dem „ELF“ Sheet und den spezifischen Daten der Baugruppe wie Gewichtsangaben und dgl. Ist die Kostenstruktur erstellt und passt der Preis für diese Baugruppe mit den Angaben des Lieferanten überein, so wird sie mittels Zellenverlinkungen in das Strukturfile eingebunden. Zusätzlich muss für den Aufruf des Files im Kalkulationstool der VBA Code, um den Fileaufruf des neu erstellten Baugruppenfiles, erweitert werden. Als letzten Schritt kann jeder beliebige Wert des Baugruppenfiles über eine Verlinkung mit dem Ein-/Ausgabefile für die Auswertung verwendet werden und im Sheet „Auswertung“ individuell angezeigt werden.

Wichtig ist es zu verstehen, dass das Kalkulationstool ein maßgeschneidertes Berechnungsprogramm für genau einen Typ Generator ist und die Schlussfolgerungen welche aus den Ergebnissen des betrachteten Typs hervorgehen, nicht unbedingt auch für einen anderen Typen gelten müssen.

Weiters ist festzuhalten, dass die schnelle Veränderung der Rahmenbedingungen in der heutigen Zeit es notwendig macht, das Kalkulationstool ständig anzupassen. Veränderungen oder neue Erkenntnisse bezüglich der Lieferanten müssen ebenfalls ständig aktualisiert werden um vernünftige Aussagen für die Zukunft tätigen zu können. Außerdem sollte es ohnehin ein Bestreben sein, die Kostenstrukturen der Lieferanten so genau wie möglich zu kennen, um in Preisverhandlungen eine Argumentationsgrundlage für nicht gerechtfertigte Preiserhöhungen des Lieferanten parat zu haben.

## Abbildungsverzeichnis

ABB. 1.1 ORGANISATIONSSTRUKTUR DER UNTERNEHMUNG ANDRITZ HYDRO	2
ABB. 1.2 PRODUKTÜBERSICHT TURBO GENERATOREN 50 HZ	3
ABB. 1.3 GENERATOR A MIT ABDECKUNG UND TRANSPORTSICHERUNG	4
ABB. 2.1 GRUNDSTRUKTUR DER VORGEHENSWEISE DES PROJEKTES	7
ABB. 3.1 TURBOSATZ	10
ABB. 3.2 SCHNITTBILD EINER SCHENKELPOLMASCHINE	11
ABB. 3.3 SCHEMATISCHE DARSTELLUNG VOLLPOL- UND SCHENKELPOLMASCHINE	12
ABB. 3.4 VERSCHIEDENE AUSFÜHRUNGEN VON GLEICHSTROMERREGERMASCHINEN	17
ABB. 3.5 VERSCHIEDENE AUSFÜHRUNGEN VON DREHSTROMERREGERMASCHINEN	18
ABB. 3.6 STATISCHE ERREGEREINRICHTUNG	19
ABB. 3.7 AUFBAU EINES SYNCHRONGENERATORS MIT TURBOLÄUFER OHNE ERREGERMASCHINE	20
ABB. 4.1 AUFGABEN DER KOSTENRECHNUNG	25
ABB. 4.2 PERSONALKOSTENZUSAMMENSETZUNG IN ÖSTERREICH	28
ABB. 4.3 LOHNCOSTENAUFTEILUNG DER ARBEITER	29
ABB. 4.4 AUFTEILUNG DER MATERIALKOSTEN	31
ABB. 4.5 SCHEMA DER ZUSCHLAGSKALKULATION	36
ABB. 5.1 ZUSCHLAGSKALKULATION FÜR DEN GENERATOR 7A6	38
ABB. 6.1 DARSTELLUNG DER BAUGRUPPENEbenen INNERHALB DES UNTERNEHMENS	42
ABB. 6.2 PRINZIPIELLE ZUORDNUNG DER EINZELNEN BAUGRUPPEN	43
ABB. 6.3 ABC ANALYSE NACH BAUGRUPPENKOSTEN (MATERIAL) 1. EBENE (SUMMIERTE DARSTELLUNG)	46
ABB. 6.4 BAUGRUPPENAUFSTELLUNG IN DER 2. EBENE	47
ABB. 7.1 ABC ANALYSE NACH LIEFERUMFANG JE LIEFERANT 2. EBENE (SUMMIERTE DARSTELLUNG)	57
ABB. 9.1 WELLE „A“ PREISENTWICKLUNG (JAHRESMITTELWERTE) 2007 - 2013	63
ABB. 9.2 FUNKTION FÜR DIE AUSLASTUNGSKOSTEN DER SCHMIEDEN	64
ABB. 9.3 ABC ANALYSE NACH BAUGRUPPENKOSTEN 2. EBENE OHNE INDEX (SUMMIERTE DARSTELLUNG)	69
ABB. 10.1 KOSTENSTRUKTUR EINES AUSGEWÄHLTEN LIEFERANTEN	72
ABB. 11.1 ORDNERSTRUKTUR DES KALKULATIONSTOOLS	78
ABB. 11.2 VERKNÜPFUNGSSTRUKTUR DER EXCEL SHEETS	82

---

## Tabellenverzeichnis

TABELLE 6.1 ABC ANALYSE NACH BAUGRUPPENKOSTEN (MATERIAL) 1. EBENE	44
TABELLE 6.2 ABC ANALYSE NACH ZUKAUFTEILEN 2. EBENE, A BAUTEILE	48
TABELLE 6.3 ABC ANALYSE NACH ZUKAUFTEILEN 2. EBENE, B BAUTEILE	49
TABELLE 6.4 ABC ANALYSE NACH ZUKAUFTEILEN 2. EBENE, C BAUTEILE	50
TABELLE 6.5 ABC ANALYSE NACH FERTIGUNGSKOSTEN INTERN 2. EBENE	51
TABELLE 6.6 ABC ANALYSE NACH TRANSPORTKOSTEN 2. EBENE	52
TABELLE 6.7 GESAMTKOSTENZUSAMMENSTELLUNG GENERATOR A	53
TABELLE 7.1 ABC ANALYSE NACH LIEFERUMFANG JE LIEFERANT 2. EBENE, A BAUTEILE	54
TABELLE 7.2 ABC ANALYSE NACH LIEFERUMFANG JE LIEFERANT 2. EBENE, B BAUTEILE	55
TABELLE 7.3 ABC ANALYSE NACH LIEFERUMFANG JE LIEFERANT 2. EBENE, C BAUTEILE	56
TABELLE 8.1 ZUSAMMENFÜHRUNG ABC ANALYSE BAUGRUPPEN FERTIGUNG MIT LIEFERANTEN	58
TABELLE 8.2 ZUSAMMENFÜHRUNG ABC ANALYSE BAUGRUPPEN MATERIAL I MIT LIEFERANTEN	59
TABELLE 8.3 ZUSAMMENFÜHRUNG ABC ANALYSE BAUGRUPPEN MATERIAL II MIT LIEFERANTEN	60
TABELLE 8.4 ZUSAMMENFÜHRUNG ABC ANALYSE BAUGRUPPEN MATERIAL III MIT LIEFERANTEN	61
TABELLE 8.5 ZUSAMMENFÜHRUNG ABC ANALYSE BAUGRUPPEN TRANSPORT MIT LIEFERANTEN	62
TABELLE 9.1 AUSGESCHIEDEN BAUGRUPPEN WEGEN INDEX PREISVERHANDLUNGEN MIT KUNDE A	65
TABELLE 9.2 ZUSAMMENFASSUNG ZU NEUEN BAUGRUPPEN	66
TABELLE 9.3 ABC ANALYSE NACH BAUGRUPPENKOSTEN 2. EBENE OHNE INDEX, A BAUTEILE	67
TABELLE 9.4 ABC ANALYSE NACH BAUGRUPPENKOSTEN 2. EBENE OHNE INDEX, B BAUTEILE	67
TABELLE 9.5 ABC ANALYSE NACH BAUGRUPPENKOSTEN 2. EBENE OHNE INDEX, C BAUTEILE	68
TABELLE 9.6 AUSGEWÄHLTE BAUGRUPPEN FÜR DIE OUTSIDE – IN BETRACHTUNG	70
TABELLE 10.1 AUFTEILUNG DER ELF IN DER BG STATORGEHÄUSE	74

## Literaturverzeichnis

**Abele E.; et al.:** Global Production - A Handbook for Strategy and Implementation, Berlin Heidelberg 2008.

**Andritz Hydro:** Andritz Hydro, Turbo Generators 2&4 pole, Weiz 2009, firmeninterne Quelle, [T:\GT-DE\Public\Präsentation\Turbogenerators\\_090518.ppt](T:\GT-DE\Public\Präsentation\Turbogenerators_090518.ppt), Zugriffsdatum 12.05.2013.

**Andritz Hydro:** Andritz Hydro, Company presentation, Wien 2013a, <http://atl.g.andritz.com/c/com2011/00/02/26/22632/1/1/0/-357009561/hy-andritz-hydro-de.pdf>, Zugriffsdatum 23.05.2013.

**Andritz Hydro:** Andritz Hydro, Projektkalkulation Quartal 1 2013, Weiz 2013b, firmeninterne Quelle, <T:\GT-PM\Program Management\Kalkulationen\7A6\1 Offert-kalkulationen\Archiv\7A6 PROJECT CALC GT 13 Qu 1 NGO.xls>, Zugriffsdatum 10.06.2013.

**Andritz Hydro:** Andritz Hydro, Kalkulationsliste Zukauf 1. Quartal 2013, Weiz 2013c, firmeninterne Quelle, <T:\Public\Kalkulationsliste Zukauf\Archiv\KLZ Liste gesamt 2013 Quartal 1.xls>, Zugriffsdatum 17.06.2013.

**Arnold U.:** Beschaffungsmanagement, 2. Auflage, Stuttgart 1997.

**Arnolds H.; Heege F.; Tussing W.:** Materialwirtschaft und Einkauf: praktische Einführung und Entscheidungshilfe, 6. Auflage, Wiesbaden 1988.

**Binder A.:** Elektrische Maschinen und Antriebe Grundlagen, Betriebsverhalten, Berlin Heidelberg 2012.

**Bolte E.:** Elektrische Maschinen Grundlagen, Magnetfelder, Wicklungen, Asynchronmaschinen, Synchronmaschinen, Elektronisch kommutierte Gleichstrommaschinen, Berlin Heidelberg 2012.

**Busch R.:** Elektrotechnik und Elektronik für Maschinenbauer und Verfahrenstechniker, 6. Auflage, Wiesbaden 2011.

**Dannerer G.:** Vortragsunterlagen Energiewandler, Graz 2008/09.

**Destatis:** Statistisches Bundesamt, Fachserie 17, Reihe 2, laufende Indexnummer 367, Wiesbaden 2013, [https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Preise/Erzeugerpreise/ErzeugerpreisePDF/Erzeugerpreise2170200131054.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Preise/Erzeugerpreise/ErzeugerpreisePDF/Erzeugerpreise2170200131054.pdf?__blob=publicationFile), Zugriffsdatum 12.05.2013.

**Deutsche Bundesbank:** Produktion im Produzierenden Gewerbe, Frankfurt 2013, [http://www.bundesbank.de/Navigation/DE/Statistiken/Zeitreihen\\_Datenbanken/Makrooekonomische\\_Zeitreihen/its\\_details\\_charts\\_node.html?tsId=BBDE1.M.DE.Y.BAA1.A2P00000.G.C.I10.A](http://www.bundesbank.de/Navigation/DE/Statistiken/Zeitreihen_Datenbanken/Makrooekonomische_Zeitreihen/its_details_charts_node.html?tsId=BBDE1.M.DE.Y.BAA1.A2P00000.G.C.I10.A), Zugriffsdatum 05.06.2013.

**Eurostat:** Europäische Kommission, Labour cost index, Luxemburg 2013, <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=teilm100&plugin=0>, Zugriffsdatum 20.05.2013

**Fischer R.:** Elektrische Maschinen – Wirkungsweise, Betriebsverhalten und Steuerung, München 1971.

**Fischer R.:** Elektrische Maschinen, 14. Auflage, München 2009.

**Friedl B.:** Kostenrechnung – Grundlagen, Teilrechnungen und Systeme der Kostenrechnung, 2. Auflage, München 2010.

**Fuest K.; Döring P.:** Elektrische Maschinen und Antriebe, 6. Auflage, Wiesbaden 2004.

**Gleich R.; Michel U.:** Moderne Kosten- und Ergebnissteuerung Grundlagen, Praxis und Perspektiven, München 2010.

**Götze U.:** Kostenrechnung und Kostenmanagement, 5. Auflage, Berlin 2010.

**Gutenberg E.:** Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre – Die Produktion, 24. Auflage, Berlin Heidelberg 1971.

**Heinen E.:** Betriebswirtschaftliche Kostenlehre, 6. Auflage, Wiesbaden 1983.

**Hering E.; Vogt A.; Bressler K.:** Handbuch der elektrischen Anlagen und Maschinen, Berlin Heidelberg 1999.

**Hoitsch H.; Lingnau V.:** Kosten- und Erlösrechnung: Eine controllingorientierte Einführung, 5. Auflage, Berlin 2004.

**Horváth P.:** Controlling, 10. Auflage, München 2006.

**Kairos Commodities:** Kairos Commodities, Procurement forecast, Kopenhagen 2013, <http://www.kairoscommodities.com>, Zugriffsdatum 12.06.2013.

**Kalenberg F.:** Grundlagen der Kostenrechnung, München 2004.

**Kemmetmüller W.; Luger A.:** Einführung in die Kostenrechnung, 4. Auflage, Wien 1993.

**Kemmetmüller W.; Bogensberger S.:** Handbuch der Kostenrechnung – Das Grundlagenwerk zu Kostenrechnung und Kostenmanagement, 8. Auflage, Wien 2004.

**Künne B.:** Einführung in die Maschinenelemente, Gestaltung – Berechnung – Konstruktion, 2. Auflage, Stuttgart/Leipzig/Wiesbaden 2001.

**Lingnau V.; Schmitz H.:** Aktuelle Aspekte des Controllings Festschrift für Hans-Jörg Hoitsch, Heidelberg 2002.

**Miri A.:** Ausgleichsvorgänge in Elektroenergiesystemen Mathematische Einführung, elektromagnetische und elektromechanische Vorgänge, Heidelberg 2000.

**Möller H.; Zimmermann J.; Hüfner B.:** Erlös- und Kostenrechnung, München 2005.

**Müller G.; Ponick B.:** Grundlagen elektrischer Maschinen, 9. Auflage, Weinheim 2006.

**Ossadnik W.:** Kosten- und Leistungsrechnung, Berlin 2008.

**Otte M.:** Der Crash kommt – Die neue Weltwirtschaftskrise und was Sie jetzt tun können, Berlin 2009.

**Premm G.:** Projektplan Projekt Kostentreiber Sourcing, Graz 2013.

---

**Rammer C.:** Auswirkungen der Wirtschaftskrise auf die Innovationstätigkeit der Unternehmen in Deutschland – Discussion Paper No. 11-070, Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung 2011.

**Ramsauer C.:** Production Strategy – Mastering the Dynamics of Globalization, Graz 2009.

**Remer D.:** Einführen der Prozesskostenrechnung - Grundlagen, Methodik, Einführung und Anwendung der verursachungsgerechten Gemeinkostenzurechnung, 2. Auflage, Stuttgart 2003.

**Schattner K.:** Die neue Realität in der Zulieferindustrie – Marketing für Anpassungsprozesse, Landsberg/Lech 1995.

**Schulz W. et al.:** Energiereport IV Die Entwicklung der Energiemärkte bis zum Jahr 2030 Energiewirtschaftliche Referenzprognose, München 2005.

**Schröder D.:** Elektrische Antriebe Regelung von Antriebssystemen, 3. Auflage, Berlin Heidelberg 2009.

**Schwab A.:** Elektroenergiesysteme – Erzeugung, Transport, Übertragung und Verteilung elektrischer Energie, 3. Auflage, Berlin 2012.

**Steger J.:** Kosten- und Leistungsrechnung Einführung in das betriebliche Rechnungswesen, Grundlagen der Vollkosten-, Teilkosten-, Plankosten- und Prozesskostenrechnung, 5. Auflage, München 2010.

**Stelling J.:** Kostenmanagement und Controlling, 2. Auflage, München 2005.

## Abkürzungsverzeichnis

A	Ampere
Abb.	Abbildung
allg.	allgemein
B	Breite
BG	Baugruppe
bzw.	beziehungsweise
DE	Drehstromhaupterregergenerator
d. h.	das heißt
dgl.	dergleichen
E	Erregermaschine
ELF	Elementarfaktoren
EM	Erregermaschine
f., ff	folgende
FGK	Fertigungsgemeinkosten
GE	General Electric
ggf.	gegebenfalls
GT	Generator Turbo (Division in der Andritz Hydro GmbH)
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
H	Höhe
HE	Hilfserregermaschine
HK	Herstellkosten
HRC	Hot Rolled Coil
Hz	Herz
KLZ	Kalkulationsliste Zukauf
kV	Kilo Volt
L	Länge

m	Meter
MGK	Materialgemeinkosten
MVA	Mega Volt Ampere
MW	Mega Watt
N. N.	No Name
p. a.	per anno (pro Jahr)
SG	Synchrongenerator
s. g.	so genannte
SM	Synchronmaschine
U/min.	Umdrehungen pro Minute
usw.	und so weiter
V	Volt
VBA	Visual Basic for Applications (Excel Programmiersprache)
Vgl.	Vergleich
z. B.	zum Beispiel



## Anhang B: Fragebogen für Experteninterview

INSTITUT FÜR INDUSTRIEBETRIEBSLEHRE UND INNOVATIONSFORSCHUNG  
A-8010 GRAZ, KOPERNIKUSGASSE 24/II



Sehr geehrte Damen und Herren!

Mein Name ist Ernst Friedl und ich verfasse meine Diplomarbeit zum Thema „Kostentreiber Sourcing“ in Ihrem Unternehmen. Im Zuge dieser Arbeit benötige ich Ihre Unterstützung in Bezug auf Ihre persönliche Einschätzung zu ausgewählten Lieferanten bzw. Baugruppen:

- **Vues Tschechien Erregermaschine 7A6**

### Allgemeine Einschätzung des Lieferanten

Wie groß ist der Anteil des Produktes am Gesamtumsatz des Lieferanten	%
Ausstattung der Maschinen	alt <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> neu
Ausstattung des Equipments	hochwertig <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> minderwertig
Raumbedarf der Fertigung	gering <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> hoch
Wie viel Personal wird für die Produktion des angeführten Produktes benötigt?	
Personalanteil, Verhältnis (Angestellte)/(Arbeiter)	(    %)/(    %)

### Baugruppenbezogene Einschätzung

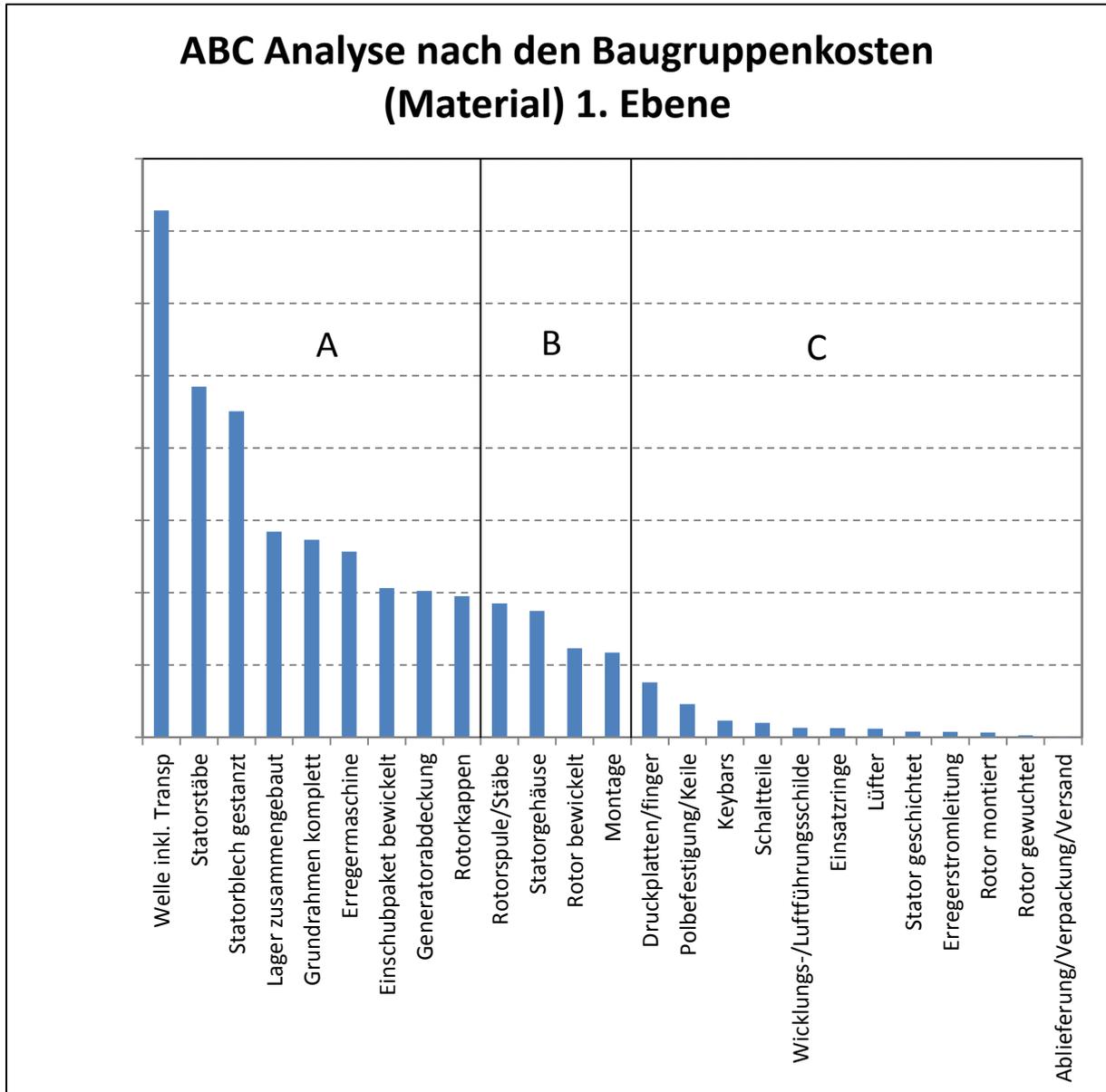
Durchlaufzeit des Produktes in der Fertigung	[h]
Wie groß ist, bezogen auf die Durchlaufzeit, der Maschinenanteil an der Produktion?	%
Wie groß ist, bezogen auf die Durchlaufzeit, der Personalanteil an der Produktion?	%
Welche Form der Energie wird in der Fertigung benötigt?	

### Konkrete Kostenstruktur der Baugruppe

Bitte bewerten Sie mit uns zusammen die vorbereitete Struktur der Baugruppe die wir Ihnen im Anschluss vorlegen.

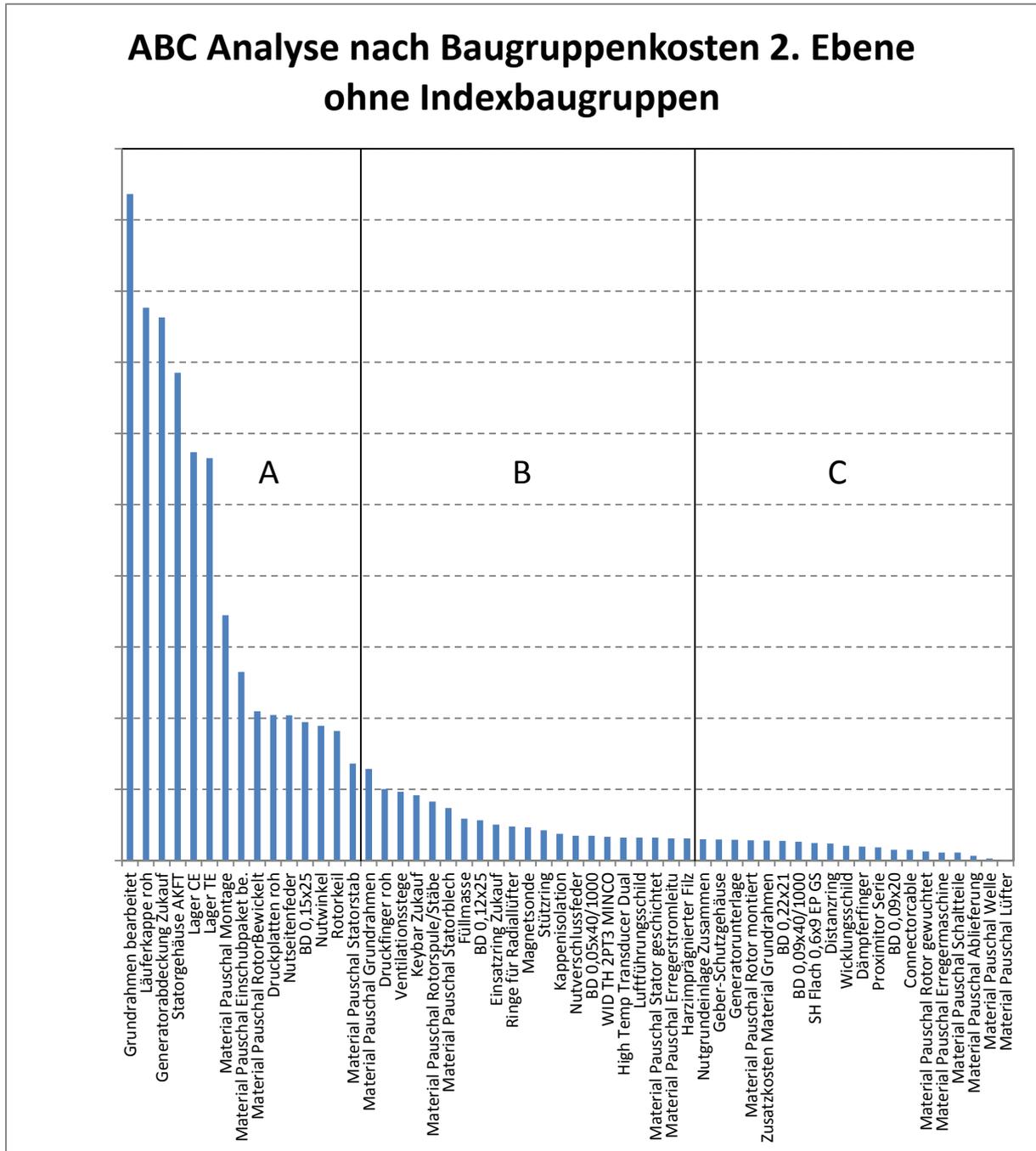
*Vielen Dank für Ihre Mitarbeit!*

## Anhang C: ABC Analyse nach den Baugruppenkosten (Material) 1. Ebene



## Anhang D: ABC Analyse nach Lieferumfang je Lieferant 2.

### Ebene





## Anhang F: VBA Quellcode für das Excel Programm

```
Sub Berechnen()  
  
    Dim strFile As String  
  
    'Dim strFile As String, strPath As String, strTab As String, strRange As String  
    'Dim dblSum As Double, vntTmp As Variant  
  
    'strPath = "C:\Users\wezern07\Desktop\DA_ErnstFried\PROJEKT\GenoCalc\Generator_7A6\Stator"  
  
    'vntTmp = GetValue(strPath, strFile, strTab, strRange)  
  
    strFile = ThisWorkbook.FullName  
    strFile = Left(strFile, Len(strFile) - 13)  
  
    'MsgBox strFile  
    'Filename mit Speicherort anzeigen  
  
    '-----Aufruf Struktur 4. Ebene-----  
  
    Workbooks.Open strFile +  
"Generator_7A6\Stator\Statorgehaeuse\Material\Package_Zuschnitteile_fuer_AKFT.xlsx"  
    ActiveWorkbook.Close SaveChanges:=True  
  
    Workbooks.Open strFile + "Generator_7A6\Rotor\PolbefestigungKeil\Material\Rotorkeil_roh.xlsx"  
    ActiveWorkbook.Close SaveChanges:=True  
  
    Workbooks.Open strFile +  
"Generator_7A6\Montage\Generatorabdeckung\Material\Package_Zuschnitteile_fuer_AFB.xlsx"  
    ActiveWorkbook.Close SaveChanges:=True  
  
    Workbooks.Open strFile + "Generator_7A6\Montage\Lager\Material\Gussteil_Zukauf.xlsx"  
    ActiveWorkbook.Close SaveChanges:=True  
  
    '-----Ende Aufruf Struktur 4. Ebene-----
```

'-----Aufruf Struktur 3. Ebene-----

```
Workbooks.Open strFile + "Generator_7A6\Stator\Druckplatten_Finger\Material\Druckplatte_roh.xlsx"  
ActiveWorkbook.Close SaveChanges:=True
```

```
Workbooks.Open strFile + "Generator_7A6\Stator\Keybar\Material\KeybarZukauf.xlsx"  
ActiveWorkbook.Close SaveChanges:=True
```

```
Workbooks.Open strFile + "Generator_7A6\Stator\Schalteile\Material\Kupfer_Schalteile.xlsx"  
ActiveWorkbook.Close SaveChanges:=True
```

```
Workbooks.Open strFile + "Generator_7A6\Stator\Statorblech\Material\nicht_KO_Elektroblech.xlsx"  
ActiveWorkbook.Close SaveChanges:=True
```

```
Workbooks.Open strFile +  
"Generator_7A6\Stator\Statorgehaeuse\Material\Statorgehaeuse_AKFT.xlsx"  
ActiveWorkbook.Close SaveChanges:=True
```

```
Workbooks.Open strFile + "Generator_7A6\Stator\Statorstab\Material\Roebelstab.xlsx"  
ActiveWorkbook.Close SaveChanges:=True
```

```
Workbooks.Open strFile +  
"Generator_7A6\Rotor\PolbefestigungKeil\Material\Rotorkeil_bearbeitet.xlsx"  
ActiveWorkbook.Close SaveChanges:=True
```

```
Workbooks.Open strFile + "Generator_7A6\Rotor\Rotorkappe\Material\Laeuferkappe_roh.xlsx"  
ActiveWorkbook.Close SaveChanges:=True
```

```
Workbooks.Open strFile + "Generator_7A6\Rotor\RotorspuleStab\Material\Rotorkupfer.xlsx"  
ActiveWorkbook.Close SaveChanges:=True
```

```
Workbooks.Open strFile + "Generator_7A6\Rotor\Welle\Material\Welle_roh.xlsx"  
ActiveWorkbook.Close SaveChanges:=True
```

```
Workbooks.Open strFile +  
"Generator_7A6\Montage\Erregermaschine\Material\Erregermaschine_Zukauf_Vues.xlsx"  
ActiveWorkbook.Close SaveChanges:=True
```

```
Workbooks.Open strFile +  
"Generator_7A6\Montage\Generatorabdeckung\Material\Generatorabdeckung_Zukauf_AFB.xlsx"  
ActiveWorkbook.Close SaveChanges:=True
```

```
Workbooks.Open strFile +  
"Generator_7A6\Montage\Grundrahmen\Material\Grundrahmen_bearbeitet.xlsx"  
ActiveWorkbook.Close SaveChanges:=True
```

```
Workbooks.Open strFile + "Generator_7A6\Montage\Lager\Material\Lager_Zukauf_Orion.xlsx"  
ActiveWorkbook.Close SaveChanges:=True
```

```
'-----Ende Aufruf Struktur 3. Ebene-----
```

```
'-----Aufruf Struktur 2. Ebene-----
```

```
Workbooks.Open strFile + "Generator_7A6\Stator\Druckplatten_Finger\DruckplattenFinger.xlsx"  
ActiveWorkbook.Close SaveChanges:=True
```

```
Workbooks.Open strFile + "Generator_7A6\Stator\Einschubpaket\Einschubpaket.xlsx"  
ActiveWorkbook.Close SaveChanges:=True
```

```
Workbooks.Open strFile + "Generator_7A6\Stator\Keybar\Keybar.xlsx"  
ActiveWorkbook.Close SaveChanges:=True
```

```
Workbooks.Open strFile + "Generator_7A6\Stator\Schaltteile\Schaltteile.xlsx"  
ActiveWorkbook.Close SaveChanges:=True
```

```
Workbooks.Open strFile + "Generator_7A6\Stator\Stator_geschichtet\Stator_geschichtet.xlsx"  
ActiveWorkbook.Close SaveChanges:=True
```

```
Workbooks.Open strFile + "Generator_7A6\Stator\Statorblech\Statorblech.xlsx"  
ActiveWorkbook.Close SaveChanges:=True
```

```
Workbooks.Open strFile + "Generator_7A6\Stator\Statorgehaeuse\Statorgehaeuse.xlsx"  
ActiveWorkbook.Close SaveChanges:=True
```

```
Workbooks.Open strFile + "Generator_7A6\Stator\Statorstab\Statorstab.xlsx"  
ActiveWorkbook.Close SaveChanges:=True
```

```
Workbooks.Open strFile + "Generator_7A6\Rotor\Einsatzring\Einsatzringe.xlsx"  
ActiveWorkbook.Close SaveChanges:=True
```

```
Workbooks.Open strFile + "Generator_7A6\Rotor\Erregerstromleitung\Erregerstromleitung.xlsx"  
ActiveWorkbook.Close SaveChanges:=True
```

```
Workbooks.Open strFile + "Generator_7A6\Rotor\Luefter\Luefter.xlsx"  
ActiveWorkbook.Close SaveChanges:=True
```

```
Workbooks.Open strFile + "Generator_7A6\Rotor\PolbefestigungKeil\PolbefestigungKeil.xlsx"  
ActiveWorkbook.Close SaveChanges:=True
```

```
Workbooks.Open strFile + "Generator_7A6\Rotor\Rotor_bewickelt\Rotor_bewickelt.xlsx"  
ActiveWorkbook.Close SaveChanges:=True
```

```
Workbooks.Open strFile + "Generator_7A6\Rotor\Rotor_gewuchtet\Rotor_gewuchtet.xlsx"  
ActiveWorkbook.Close SaveChanges:=True
```

```
Workbooks.Open strFile + "Generator_7A6\Rotor\Rotor_montiert\Rotor_montiert.xlsx"  
ActiveWorkbook.Close SaveChanges:=True
```

```
Workbooks.Open strFile + "Generator_7A6\Rotor\Rotorkappe\Rotorkappe.xlsx"  
ActiveWorkbook.Close SaveChanges:=True
```

```
Workbooks.Open strFile + "Generator_7A6\Rotor\RotorspuleStab\RotorspuleStaebe.xlsx"  
ActiveWorkbook.Close SaveChanges:=True
```

```
Workbooks.Open strFile + "Generator_7A6\Rotor\Welle\Welle.xlsx"  
ActiveWorkbook.Close SaveChanges:=True
```

```
Workbooks.Open strFile + "Generator_7A6\Montage\Ablieferung\Ablieferung.xlsx"  
ActiveWorkbook.Close SaveChanges:=True
```

```
Workbooks.Open strFile + "Generator_7A6\Montage\Erregermaschine\Erregermaschine.xlsx"  
ActiveWorkbook.Close SaveChanges:=True
```

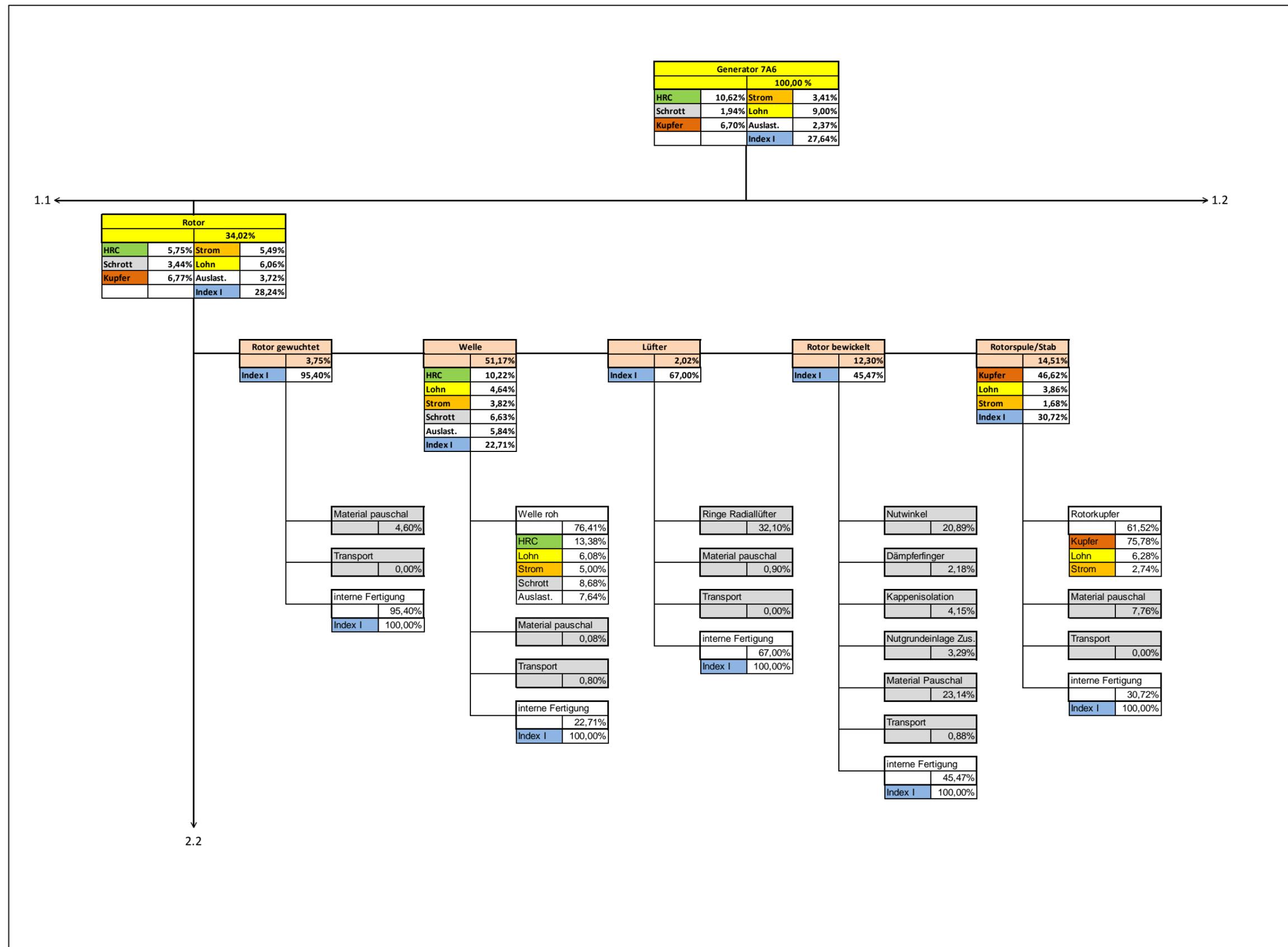
```
Workbooks.Open strFile + "Generator_7A6\Montage\Generatorabdeckung\Generatorabdeckung.xlsx"  
ActiveWorkbook.Close SaveChanges:=True
```

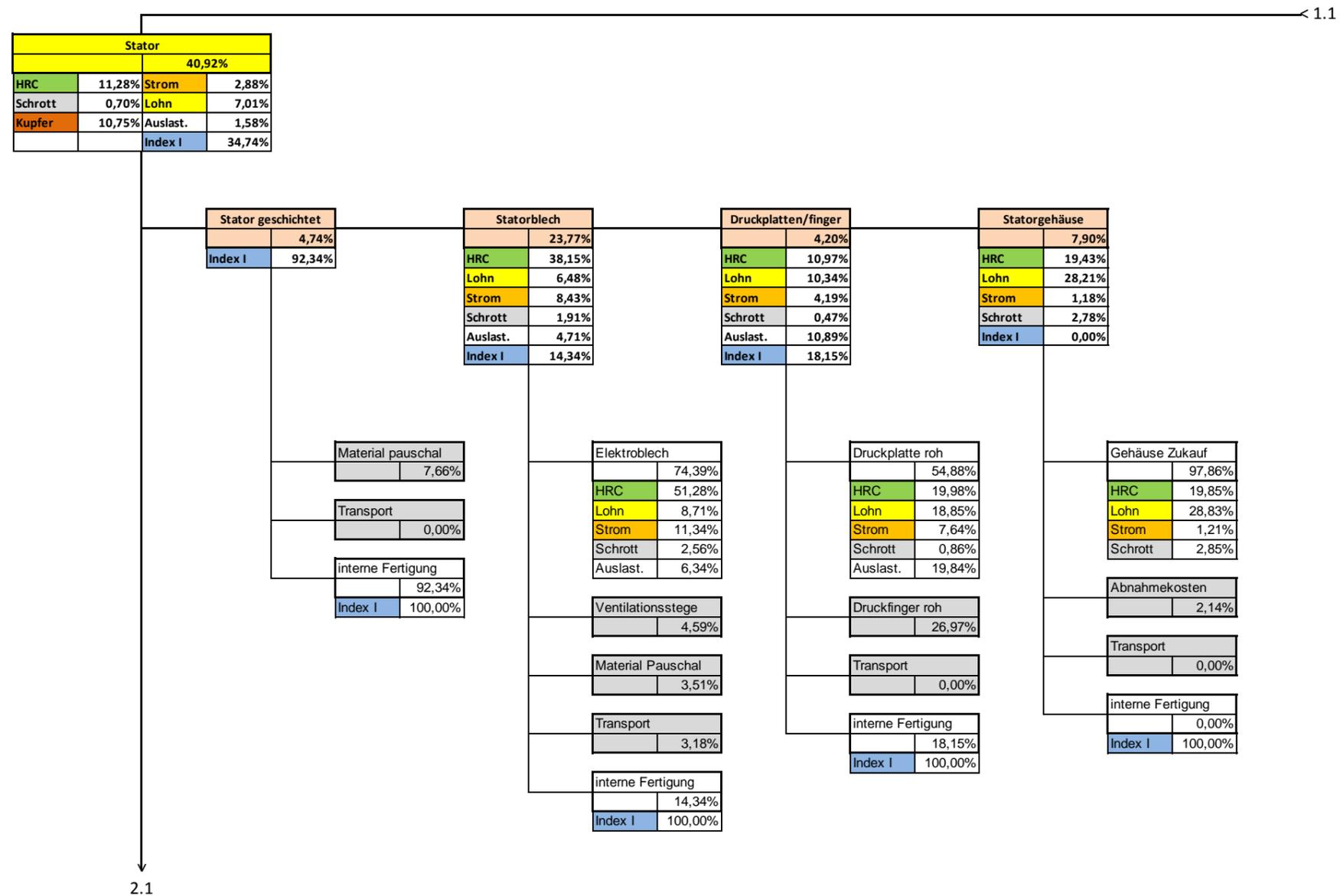
```
Workbooks.Open strFile + "Generator_7A6\Montage\Grundrahmen\Grundrahmen.xlsx"  
ActiveWorkbook.Close SaveChanges:=True
```

```
Workbooks.Open strFile + "Generator_7A6\Montage\Lager\Lager.xlsx"  
ActiveWorkbook.Close SaveChanges:=True
```

```
Workbooks.Open strFile + "Generator_7A6\Montage\Montage\Montage.xlsx"  
ActiveWorkbook.Close SaveChanges:=True
```

```
Workbooks.Open strFile +  
"Generator_7A6\Montage\WicklungLuftfuerungsschild\WicklungLuftführungsschild.xlsx"  
ActiveWorkbook.Close SaveChanges:=True  
'-----Ende Aufruf Struktur 2. Ebene-----  
  
'-----Aufruf Struktur 1. Ebene-----  
  
Workbooks.Open strFile + "Generator_7A6\Generator7A6.xlsx"  
'Windows("Generator7A6.xlsx").Activate  
ActiveWorkbook.Close SaveChanges:=True  
  
'-----Ende Aufruf Struktur 1. Ebene-----  
  
'-----Aufruf Auswerte Sheet-----  
  
Sheets("Auswertung").Select  
ActiveWindow.ScrollRow = 1  
  
'-----  
  
End Sub
```





1.2 >

Montage			
		25,05%	
HRC	16,14%	Strom	1,43%
Schrott	1,91%	Lohn	16,25%
Kupfer	0,00%	Auslast.	1,84%
		Index I	15,23%

Luftführungsschilde	
	0,98%
Index I	0,00%

Gen. Abdeckung	
	14,93%
HRC	53,74%
Lohn	36,84%
Strom	1,39%
Schrott	3,70%
Index I	0,00%

Grundrahmen	
	23,39%
HRC	25,05%
Lohn	28,38%
Strom	0,95%
Schrott	1,07%
Index I	13,86%

Erregermaschine	
	19,07%
Index I	0,71%

Luftführungsschild	60,71%
--------------------	--------

Wicklungsschild	39,29%
-----------------	--------

Transport	0,00%
-----------	-------

interne Fertigung	0,00%
Index I	100,00%

Abdeckung Zukauf	94,20%
HRC	57,05%
Lohn	39,11%
Strom	1,48%
Schrott	3,93%

Transport	5,80%
-----------	-------

interne Fertigung	0,00%
Index I	100,00%

Grundrahmen bear.	73,81%
HRC	33,94%
Lohn	38,45%
Strom	1,28%
Schrott	1,45%

Zusatzkosten Mat.	2,20%
-------------------	-------

Material pauschal	10,13%
-------------------	--------

Transport	0,00%
-----------	-------

interne Fertigung	13,86%
Index I	100,00%

Erregermaschine	97,03%
-----------------	--------

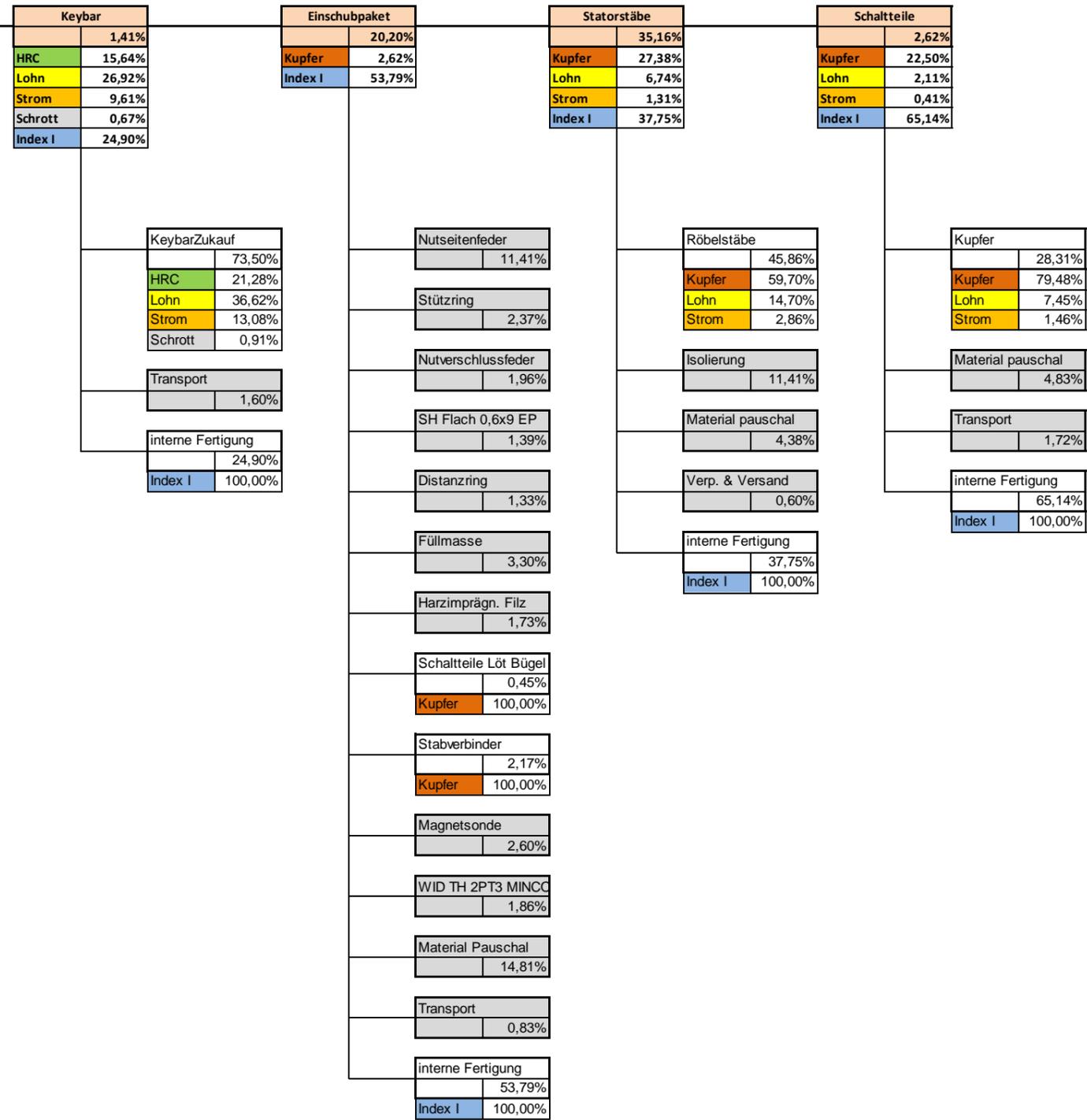
Material pauschal	1,09%
-------------------	-------

Transport	1,16%
-----------	-------

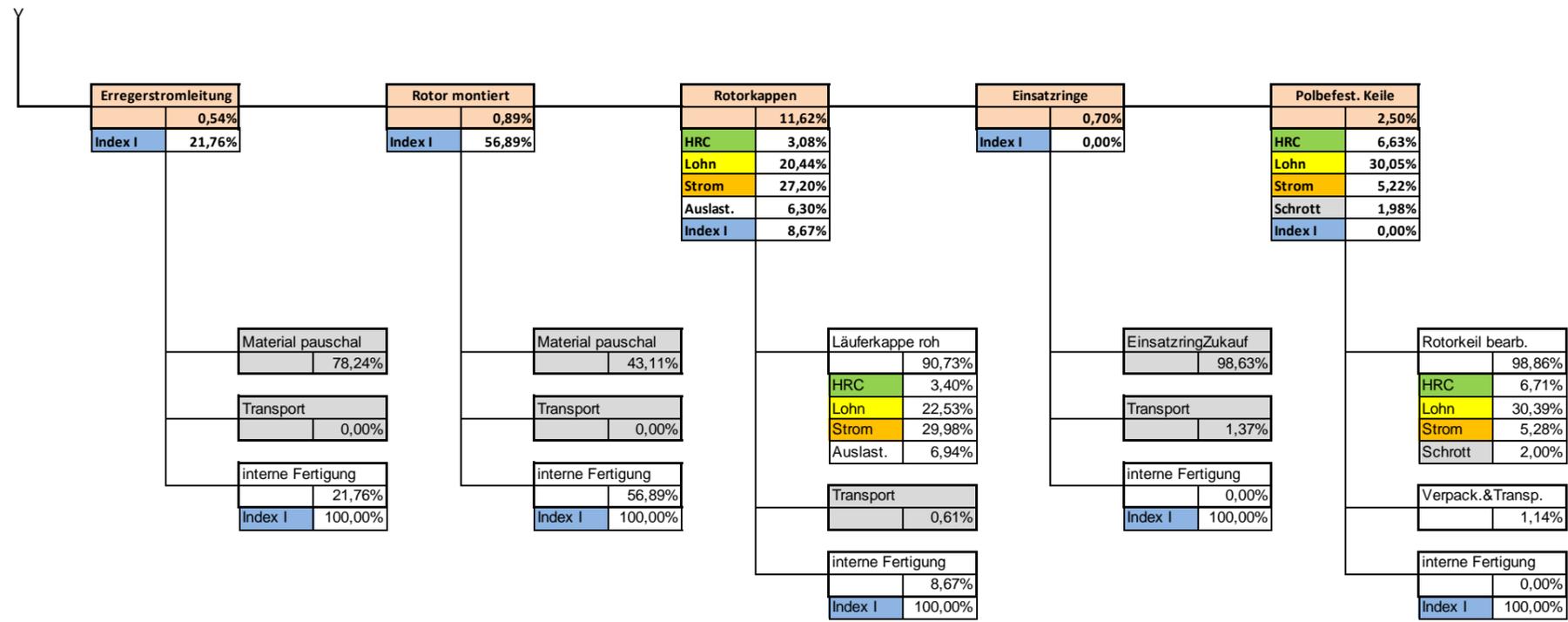
interne Fertigung	0,71%
Index I	100,00%

2.3

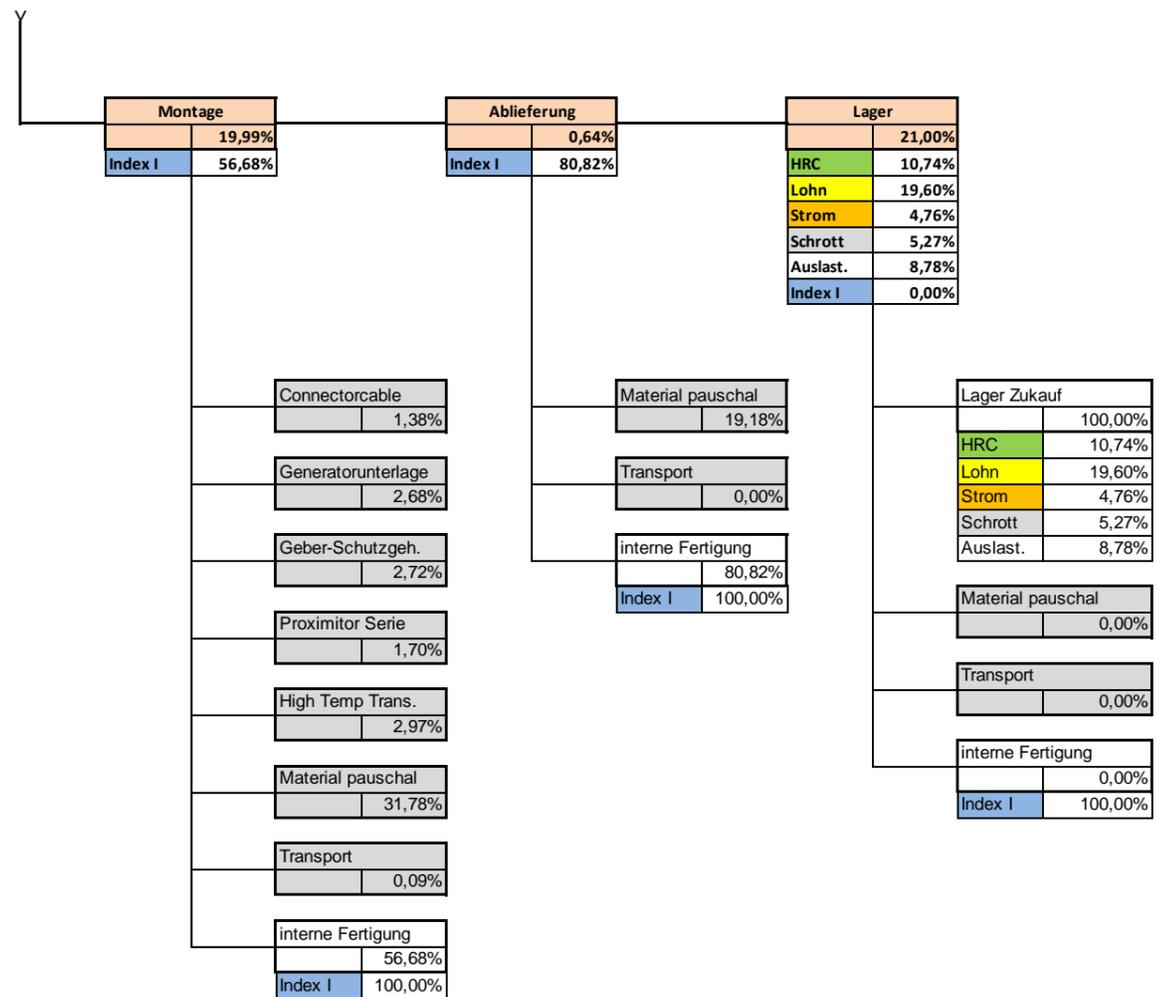
2.1



2.2



2.3



Legende	
Abkz.	Bezeichnung
HRC	Hot Rolled Coil Preis in €/t <i>Quelle: Kairos Commodities</i>
Schrott	Schrottpreis für Alteisen in €/t <i>Quelle: Schrotthandel</i>
Kupfer	Kupferpreis für Rohkupfer in €/t <i>Quelle: London Metal Exchange</i>
Strom	Strompreis in €/MWh <i>Quelle: EEX European Energy Exchange</i>
Lohn	durchschnittliche Lohnkosten in €/h <i>Quelle: Eurostat, Labor cost Index</i>
Auslast.	Auslastung der Schmieden 0 - 100 % <i>Quelle: individuell aus Wirtschaftsdaten</i>
Index I	interner Kostensatzindex <i>Quelle: Andritz Hydro GmbH</i>

Bezeichnung:	Strukturbaum Generator A
Gez. von:	Ernst Friedl
Datum:	26.05.2013
Firma:	Andritz Hydro GmbH
Abteilung:	GT