

# MASTERARBEIT



## **SYSTEMATISCHER VERGLEICH VON BAUMASCHINEN IM BESCHAFFUNGSVORGANG**

Hillinger Christoph Jörg, BSc

Vorgelegt am  
Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft  
Projektentwicklung und Projektmanagement

Betreuer  
Assoc.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Hofstadler

Graz am 22. Mai 2012

## 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 entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am .....

.....

(Unterschrift)

## STATUARY DECLARATION

I declare that I have authored this thesis independently, that I have not used other than the declared sources / resources, and that I have explicitly marked all material which has been quoted either literally or by content from the used sources.

Graz, .....

date

.....

(signature)

## Danksagung

An dieser Stelle möchte ich allen Personen danken, die mir während meiner Masterarbeit mit Rat und Tat zur Seite gestanden sind.

Für die kompetente Betreuung von universitärer Seite bedanke ich mich bei Herrn Assoc.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Hofstadler.

Weiters bin ich Herrn Dipl.-Ing. Werner Haiden (Liebherr-Werk Nenzing GmbH) sowie Herrn Ing. Ronald Hilger und Herrn Ing. Johann Rauscher (beide Grund-, Pfahl- und Sonderbau GmbH) zu großem Dank verpflichtet, da sie mir wertvolle Informationen aus der Praxis geben konnten und mich an ihrem Wissen teilhaben ließen.

Besonderer Dank gebührt meinen Eltern, die mich während meiner gesamten Ausbildungszeit hindurch unterstützt und motiviert haben. Die Funktion meiner Mutter als Lektorin dieser Arbeit bedarf einer gesonderten Erwähnung.

Weiters bedanke ich mich bei meiner Freundin Christine, meinem Bruder Clemens, meiner Familie, meinen Freunden, den Kollegen vom Wasserbauzeichensaal sowie den Mitarbeitern des Instituts für Baubetrieb und Bauwirtschaft.

Graz, am

---

(Christoph Hillinger)

## **Kurzfassung**

Der Beschaffung von Baumaschinen kommt in der Praxis eine signifikante Bedeutung zu. Baumaschinen sind im modernen Baugeschäft unverzichtbar, verursachen aber auch hohe Kosten und müssen ihre Rentabilität sicherstellen. Baufirmen, maschinentechnische Abteilungen oder Mietpartner müssen sich im Zuge der Investitionsentscheidung daher sehr intensiv mit dieser Thematik auseinandersetzen, um aus der Vielfalt an Herstellern und Produkten am Markt die optimale Baumaschine auswählen zu können. Auch für Hersteller und Händler ist es ratsam, diesem Prozess höchste Aufmerksamkeit zu widmen, um die eigenen Produkte im Vergleich zur Konkurrenz bestmöglich präsentieren zu können.

Die vorliegende Arbeit durchleuchtet den Beschaffungsvorgang bei Baumaschinen und stellt einen umfangreichen und systematischen Leitfaden für diese Aufgabe zur Verfügung. Dieser beinhaltet einen Ablaufplan, die Strukturierung und Beschreibung von Auswahlkriterien, verschiedene Methoden zur Bewertung von monetär und nicht monetär erfassbaren Kriterien sowie ein konkretes Beispiel, an Hand dessen der Beschaffungsvorgang von Baumaschinen verdeutlicht wird.

## **Abstract**

The acquisition of construction machinery is of crucial importance in practice. Construction equipment is indispensable in modern construction business, however they give rise to high costs and have to ensure their profitability. Machines - technical departments of construction companies (MTA) or rental companies have to deal with this subject matter very intensely while reaching an investment decision in order to choose the ideal construction machine from the variety of products and manufacturers in the market. As well as for manufacturers and dealers it is advisable to devote sufficient attention to this process in order to present their products at its best in relation to their competitors.

The present study examines the procurement transaction for construction machinery and provides a comprehensive and systematic framework for this task. This includes a plan of procedures, the structuring and description of selection criteria, various methods to evaluate monetary and non-monetary criteria as well as an practical example that points up the procurement transaction of construction machinery.

## Inhaltsverzeichnis

<b>0</b>	<b>Einleitung – Situationsanalyse und Zielsetzung</b>	<b>1</b>
0.1	Literaturrecherche.....	3
0.2	Begriffsbestimmungen .....	4
<b>1</b>	<b>Status quo im Baumaschinenvergleich – Welche Informationen bieten Fachzeitschriften?</b>	<b>7</b>
1.1	Aus der Analyse gewonnene Erkenntnisse .....	8
1.2	Die Analyse der Zeitschriftenartikel im Detail – exemplarisch für die Baumaschinengattung der Raupenbagger .....	15
<b>2</b>	<b>Beschaffung von Baumaschinen</b>	<b>17</b>
2.1	Wer trifft die Kaufentscheidung? .....	17
2.2	Wann findet der Beschaffungsvorgang statt?.....	22
2.2.1	Der projektunabhängige Beschaffungsvorgang.....	22
2.2.2	Der projektabhängige Beschaffungsvorgang.....	22
2.3	Wie findet der Beschaffungsvorgang statt? .....	25
<b>3</b>	<b>Der Entscheidungsprozess im Detail</b>	<b>30</b>
3.1	Phase 2 – Ablaufplanerstellung .....	30
3.2	Phase 2 – Kriterienfindung.....	32
3.2.1	Interaktion der Baumaschine als <i>Betriebsmittel</i> mit den Produktionsfaktoren <i>Arbeit</i> und <i>Werkstoffe</i> .....	32
3.2.2	Systematische Ordnung der wesentlichen Kriterien .....	35
3.3	Phase 4 – Evaluierung der Kaufalternativen – Welche Verfahren stehen dafür zur Verfügung? .....	37
3.3.1	Methoden zur Bewertung nicht monetär erfassbarer Kriterien – differenzierter Baumaschinenvergleich .....	37
3.3.2	Methoden zur Bewertung der wirtschaftlichen Kriterien – kalkulatorischer Baumaschinenvergleich .....	48
<b>4</b>	<b>Detaillierte Beschreibung der Vergleichskriterien</b>	<b>78</b>
4.1	Wirtschaftliche Kriterien .....	78
4.1.1	Abschreibung, Verzinsung, Miete, Leasing .....	79
4.1.2	Instandhaltung: Wartung, Inspektion, Instandsetzung, Verbesserung .....	88
4.1.3	Betriebsstoffkosten .....	93
4.1.4	Bedienungskosten .....	94
4.1.5	Diverse sonstige Kosten .....	95
4.2	Technische Kriterien .....	96
4.3	Spezifische technische Kriterien nach Baumaschinenart .....	97
4.4	Hersteller- und Händlerkriterien .....	100
4.5	Umwelt- und Umfeldkriterien.....	102
4.6	Sicherheitskriterien .....	104
4.7	Kriterien des Maschinisten.....	105
4.8	Geräteleistung und Produktivität .....	106

<b>5</b>	<b>Konkrete Umsetzung des Entscheidungsprozesses an Hand des Vergleichs dreier Seilbagger</b>	<b>109</b>
5.1	Auswahl von Ausscheidungskriterien (ASK).....	109
5.2	Identifikation von Kaufalternativen .....	109
5.3	Auswahl sonstiger relevanter Kriterien .....	110
5.4	Kalkulatorischer Vergleich der wirtschaftlichen Kriterien .....	112
5.4.1	Vergleich der Anschaffungskosten.....	112
5.4.2	Kostenvergleichsrechnung – Gesamtkostenvergleich .....	112
5.4.3	Kostenvergleichsrechnung – Leistungskostenvergleich .....	114
5.4.4	Kostenvergleichsrechnung – Leistungskostenvergleich – stärker abgeminderte Werte für A+V und Reparatur .....	121
5.4.5	Kostenvergleichsrechnung – Kostenkurvenvergleich .....	123
5.4.6	Gewinnvergleichsrechnung, Rentabilitätsrechnung.....	124
5.4.7	Life Cycle Costs.....	125
5.5	Eingliedern der wirtschaftlichen Parameter in die Entscheidungsmatrix .....	126
<b>6</b>	<b>Schlusswort</b>	<b>128</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>129</b>

## Abbildungsverzeichnis

Bild 0-1:	Behandelte Themen in den gesammelten Zeitschriftenartikeln .....	3
Bild 0-2:	Behandelte Themen in den akquirierten Büchern, Skripten und Schriften .....	3
Bild 1-1:	Prozentuelle Verteilung der Kriterien aller Baumaschinenarten .....	9
Bild 1-2:	Vergleich der Kriterienhäufigkeit bei Raupen-, Mobil- u. Minibaggern...	11
Bild 1-3:	Vergleich der Kriterienhäufigkeit bei Kompakt- und großen Radladern ...	13
Bild 1-4:	Häufigkeit der einzelnen Kriterien bei Raupenbaggern .....	15
Bild 2-1:	Multipersonale Kaufentscheidung, Informationsaustausch.....	18
Bild 2-2:	Die Bauprojektphasen im Kontext der Arbeitsvorbereitung .....	23
Bild 2-3:	Modell des Kaufentscheidungsprozesses nach <i>Webster</i> und <i>Wind</i> ...	25
Bild 2-4:	Phasen des Kaufentscheidungsprozesses nach <i>Robinson</i> und <i>Faris</i> ..	27
Bild 2-5:	Vergleich der beiden Kaufentscheidungsmodelle.....	27
Bild 3-1:	Phasen des Kaufentscheidungsprozesses nach <i>Webster</i> und <i>Wind</i> ...	30
Bild 3-2:	Ablaufplan zur Auswahl der optimalen Baumaschine.....	31
Bild 3-3:	Interaktion der elementaren Produktionsfaktoren im Kontext der dispositiven Faktoren.....	33
Bild 3-4:	Die elementaren Produktionsfaktoren bei einem Baumaschinen- einsatz .....	34
Bild 3-5:	Strukturierung der Auswahlkriterien .....	36
Bild 3-6:	Evaluierung der Kaufalternativen im Ablaufplan.....	37
Bild 3-7:	Kostenwirksamkeitsanalyse .....	43
Bild 3-8:	Stärken-Schwächen-Analyse .....	45
Bild 3-9:	Entscheidungsbaum in der Nutzwertanalyse.....	46
Bild 3-10:	Die Methoden der Investitionsrechnung .....	48
Bild 3-11:	Struktur der Kostenvergleichsrechnung.....	52
Bild 3-12:	Lineare (proportionale) Kostenkurvenverläufe inklusive Fixkostendegression.....	54
Bild 3-13:	Ermittlung der kritischen Leistungsmenge.....	55
Bild 3-14:	Ermittlung des Gewinns als Funktion des Leistungsgrades (Break-Even) .....	61
Bild 3-15:	Einfache Zinsrechnung.....	64
Bild 3-16:	Zinseszinsrechnung.....	65
Bild 3-17:	Zeitwert und Barwert einer Zahlung .....	66
Bild 3-18:	Beispielhafte Ermittlung von CAPM und WACC .....	67
Bild 3-19:	Zahlungsströme eines Investitionsprojektes sowie eine Darstellungs- form des Kapitalwertes $C_0$ (die Grafiken stehen nicht in Verbindung) ..	69
Bild 4-1:	Die vier Kostenaspekte bei einer Baumaschine .....	79
Bild 4-2:	Berechnung der kalkulatorischen Abschreibung (linear) .....	80
Bild 4-3:	Monatliche Sätze für Abschreibung und Verzinsung in der ÖBGL .....	81

Bild 4-4:	Die Zeitbegriffe für Baugeräte nach <i>Oberndorfer/Jodl</i> bzw. ÖNORM B 2061 .....	82
Bild 4-5:	Gliederung der Instandhaltungsbegriffe.....	89
Bild 4-6:	Technische Kriterien.....	96
Bild 4-7:	Spezifische technische Kriterien – Bagger .....	97
Bild 4-8:	Spezifische technische Kriterien – Lader.....	98
Bild 4-9:	Spezifische technische Kriterien – Spezialtiefbau .....	99
Bild 4-10:	Hersteller- und Händlerkriterien.....	100
Bild 4-11:	Umwelt- und Umfeldkriterien .....	102
Bild 4-12:	Inkrafttreten der Abgasstufen in Europa und in den USA .....	103
Bild 4-13:	Emissionswerte für NRMM (Non-road mobile machinery – nicht-straßengebundene bewegliche Maschinen), NO <sub>x</sub> – Stickoxid-Emission [g/kWh], PM – Rußpartikelgrenzwert [g/kWh] .....	103
Bild 4-14:	Sicherheitskriterien .....	104
Bild 4-15:	Kriterien des Maschinisten .....	105
Bild 4-16:	Leistung des Arbeitsgerätes .....	106
Bild 5-3:	Kostenvergleichsrechnung – Kostenkurvenvergleich .....	123

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1:	Entscheidungsstufen und Rollenverteilung in einem Buying Center ..	21
Tabelle 2-2:	Kennzeichnende Charakteristika von Kaufsituationen .....	28
Tabelle 3-1:	Verdeutlichung der Nutzwertanalyse an Hand eines Beispiels.....	40
Tabelle 3-2:	Entscheidungsmatrix zur Auswahl eines Verfahrens oder Systems...	42
Tabelle 3-3:	Wesentliche Unterschiede zwischen statischen und dynamischen Investitionsrechenverfahren .....	50
Tabelle 3-4:	Beispiel für die Berechnung der Einzelgerätekosten, -preise (K6E-Blatt) .....	59
Tabelle 3-5:	Stufenmodell zum Vergleich der wirtschaftlichen Kriterien von Baumaschinen.....	77
Tabelle 4-1:	K6E-Kalkulation für ein Mietgerät .....	87
Tabelle 5-1:	Entscheidungsmatrix zur Bewertung der Kriterien von Seilbaggern ..	111
Tabelle 5-2:	Gegenüberstellung der Anschaffungskosten.....	112
Tabelle 5-3:	Gegenüberstellung der Gesamtkosten bei 1.200 Betriebsstunden pro Jahr .....	112
Tabelle 5-4:	Gegenüberstellung der Gesamtkosten bei 1.500 Betriebsstunden pro Jahr .....	112
Tabelle 5-5:	Kostenvergleichsrechnung – Gesamtkostenvergleich .....	113
Tabelle 5-6:	K6E-Kalkulation zur Berechnung der Leistungskosten für Variante A.....	115
Tabelle 5-7:	K6E-Kalkulation zur Berechnung der Leistungskosten für Variante B: Schritt 1.....	116
Tabelle 5-8:	K6E-Kalkulation zur Berechnung der Leistungskosten für Variante B: Schritt 2.....	117
Tabelle 5-9:	K6E-Kalkulation zur Berechnung der Leistungskosten für Variante B: Schritt 3.....	117
Tabelle 5-10:	K6E-Kalkulation zur Berechnung der Leistungskosten für Variante C: Schritt 1 .....	118
Tabelle 5-11:	K6E-Kalkulation zur Berechnung der Leistungskosten für Variante C: Schritt 2 .....	119
Tabelle 5-12:	K6E-Kalkulation zur Berechnung der Leistungskosten für Variante C: Schritt 3 .....	119
Tabelle 5-13:	Gegenüberstellung der Leistungskosten .....	120
Tabelle 5-14:	K6E-Kalkulation zur Berechnung der Leistungskosten für Variante A mit stärker abgeminderten Fixkosten.....	121
Tabelle 5-15:	K6E-Kalkulation zur Berechnung der Leistungskosten für Variante B mit stärker abgeminderten Fixkosten.....	122
Tabelle 5-16:	Gegenüberstellung der Leistungskosten (Fixkosten stärker abgemindert) .....	122
Tabelle 5-17:	Gegenüberstellung des jährlichen Gewinns und der Rentabilität .....	124
Tabelle 5-18:	Gewinnvergleichsrechnung und Rentabilitätsrechnung bei 1.200 sowie 1.500 Betriebsstunden/Jahr .....	125
Tabelle 5-19:	Endergebnis des Vergleichs dreier Seilbagger mit Hilfe einer Entscheidungsmatrix .....	127

## Abkürzungsverzeichnis

<b>AfA</b>	„Absetzung für Abnutzung“ (Steuerrecht): „Zweck der Abschreibung ist die Berücksichtigung der nutzungsbedingten Wertminderung von Vermögensgegenständen“ <sup>1</sup> , vgl. <b>pAvA</b>
<b>AG</b>	Auftraggeber
<b>AN</b>	Auftragnehmer
<b>ASK</b>	Ausscheidungskriterium
<b>BW</b>	Barwert
<b>bzw.</b>	beziehungsweise
<b>ca.</b>	circa
<b>d.h.</b>	das heißt
<b>e.g.</b>	exempli gratia (lat.) – Synonym für „z.B.“
<b>etc.</b>	et cetera (lat.) – und so weiter
<b>f.</b>	folgende (Seite)
<b>ff.</b>	folgende (Seiten)
<b>GF</b>	Geschäftsführer
<b>i. A. an</b>	in Anlehnung an
<b>i.d.R.</b>	in der Regel
<b>K6E</b>	Kalkulationsblatt zur Ermittlung der Kosten pro Betriebsstunde oder pro Leistungseinheit für ein Einzelkostengerät bzw. eine Gerätegruppe
<b>LCC</b>	Life Cycle Costing, Lebenszykluskostenrechnung
<b>o. Ä.</b>	oder Ähnliche(s)
<b>ÖBGL</b>	Österreichische Baugeräteliste, neueste Ausgabe: ÖBGL 2009
<b>pAvA</b>	„planmäßige Abschreibung vom Anlagevermögen“ (nach Unternehmensrecht) <sup>2</sup> , vgl. <b>AfA</b>
<b>ROI</b>	Return on Investment, vgl. S. 62
<b>TU</b>	Technische Universität
<b>u. Ä.</b>	und Ähnliche(s)
<b>u. dgl.</b>	und dergleichen
<b>usw.</b>	und so weiter
<b>vgl.</b>	vergleiche
<b>z.B.</b>	zum Beispiel
<b>ZS-Artikel</b>	Zeitschriftenartikel
<b>ZW</b>	Zeitwert

<sup>1</sup> BAUER, U.: Buchhaltung und Bilanzierung. Skriptum. S. 12-9.

<sup>2</sup> BAUER, U.: Buchhaltung und Bilanzierung. Skriptum. S. 12-9.

## 0 Einleitung – Situationsanalyse und Zielsetzung

Baumaschinen sind ein immanenter Bestandteil fast aller heutzutage gebräuchlicher Bauverfahren und aus der Baulandschaft kaum mehr wegzudenken. Sie übernehmen Aufgaben, die der Mensch nur mit großer Mühe, unter sehr großem Personal-, Geld- und Zeiteinsatz oder gar nicht erbringen könnte. Auch die Leistungsfähigkeit einer Baumaschine übertrifft die menschliche Leistungsfähigkeit um ein Vielfaches.

Ein Baumaschineneinsatz ist allerdings auch mit hohen fixen und variablen Kosten verbunden, die „von der Baumaschine“ erwirtschaftet werden müssen. Um diese Anforderung zu erfüllen, ist es wesentlich, einerseits eine optimale Kombination der Baumaschinen mit den Bauverfahren zu erreichen und andererseits beim Beschaffungsvorgang die optimalen Baumaschinen aus den am Markt verfügbaren Produkten auszuwählen. Ersteres wurde in der Literatur bereits eingehend analysiert, zweiteres betrifft die Investitionsentscheidung bei Baumaschinen und ist in dieser expliziten Form noch unerforscht. Mit dieser Thematik setzt sich die vorliegende Arbeit intensiv auseinander, um einen **Leitfaden** zu entwickeln, anhand dessen ein systematischer Vergleich von Baumaschinen verschiedener Hersteller erfolgen kann, um im Zuge des Beschaffungsvorgangs die optimale Baumaschine auswählen zu können. Dies ist insbesondere in Anbetracht der niedrigen Margen wichtig, die heutzutage in der Bauwirtschaft erreichbar sind und die eine Minimierung der Kosten erforderlich machen.

Die Signifikanz einer systematisch ablaufenden Entscheidungsfindung unterstreichen auch die von *Bauer*<sup>3</sup> beschriebenen **Kennzeichen** einer **schlechten Investitionsplanung**, die es tunlichst zu vermeiden gilt, um Fehlinvestitionen vorzubeugen:

- Investitionen nur aufgrund technischer oder Produktivitätskennzahlen und ohne wirtschaftliche Investitionsrechnung tätigen
- Investitionsentscheidungen anhand von „Faustregeln“ treffen
- Nicht alle interessanten Entscheidungsalternativen untersuchen
- Anpassen der Investitionsrechnung an vorhandene Vorurteile hinsichtlich der Vorteilhaftigkeit einer bestimmten Alternative etc.

Die vorliegende Arbeit soll die Entscheidungsträger dabei unterstützen, derartige Fehlerquellen bei der Beschaffung von Baumaschinen zu vermeiden.

<sup>3</sup> BAUER, U.: Betriebswirtschaftslehre Bau. Skriptum. S. 7-10.

Nun erfolgt ein kurzer Überblick über den Aufbau dieser Arbeit. Generell wurde darauf Wert gelegt, die Thematik systematisch und vom Groben bis ins Detail zu erfassen.

Eingangs wird beschrieben, welche Informationen aus Baumaschinenvergleichen in Fachzeitschriften gewonnen werden können. Es folgt eine eingehende Auseinandersetzung mit dem **Beschaffungsvorgang** einer Baumaschine, bei der folgende Fragestellungen beantwortet werden:

- Wer trifft die Kaufentscheidung?
- Wann findet der Beschaffungsvorgang statt?
- Wie findet der Beschaffungsvorgang statt?

Kernpunkt der letzten Fragestellung ist die Entwicklung eines **Ablaufplans zur Auswahl der optimalen Baumaschine**, die Hand in Hand geht mit der Erarbeitung und Gliederung wesentlicher **Auswahlkriterien**. Anschließend rücken Methoden zur Bewertung von nicht monetär erfassbaren Kriterien (e.g. Nutzwertanalyse, Entscheidungsmatrix) und zur Bewertung der wirtschaftlichen Kriterien ins Blickfeld der Betrachtung. Letzteres umfasst sämtliche Methoden der statischen und dynamischen Investitionsrechnung samt einer Beschäftigung mit Life Cycle Costs und einer stufenweisen Gliederung der Methoden je nach Verfügbarkeit der Daten. Eine detaillierte Aufschlüsselung und Beschreibung der Auswahlkriterien soll schließlich dabei helfen, aus der Kriterienfülle die für die jeweilige Situation relevanten Aspekte auswählen zu können.

Abschließend findet sich die **konkrete Umsetzung** des Entscheidungsprozesses an Hand eines exemplarischen Vergleichs dreier Seilbagger. Dieses Beispiel soll verdeutlichen, dass die Gegenüberstellung alternativer Baumaschinen je nach Detaillierungsgrad der Daten zu unterschiedlichen Ergebnissen führen kann. So wird ein reiner Vergleich der Anschaffungskosten wahrscheinlich zu einer anderen Präferenz führen als ein Vergleich der Leistungskosten oder Gewinnrentabilität der Baumaschinen.

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass die vorliegende Arbeit Baufirmen, maschinentechnischen Abteilungen und Mietpartnern, aber auch Herstellern und Händlern als Hilfestellung dienen kann, um im Zuge des Beschaffungsvorgangs einer Baumaschine die optimale Alternative auswählen bzw. die eigenen Produkte im Vergleich zur Konkurrenz bestmöglich präsentieren zu können.

**0.1 Literaturrecherche**

Im Zuge einer intensiven Literaturrecherche in Fachzeitschriften der vergangenen sechs Jahre bzw. auch in älteren Exemplaren konnten ca. 185 Artikel herangezogen werden, die zum Großteil in dieser Arbeit durchstudiert worden sind und interessante Inhalte zu Tage brachten. Die folgende Grafik verdeutlicht, welche Themen in den Zeitschriftenartikeln behandelt werden:

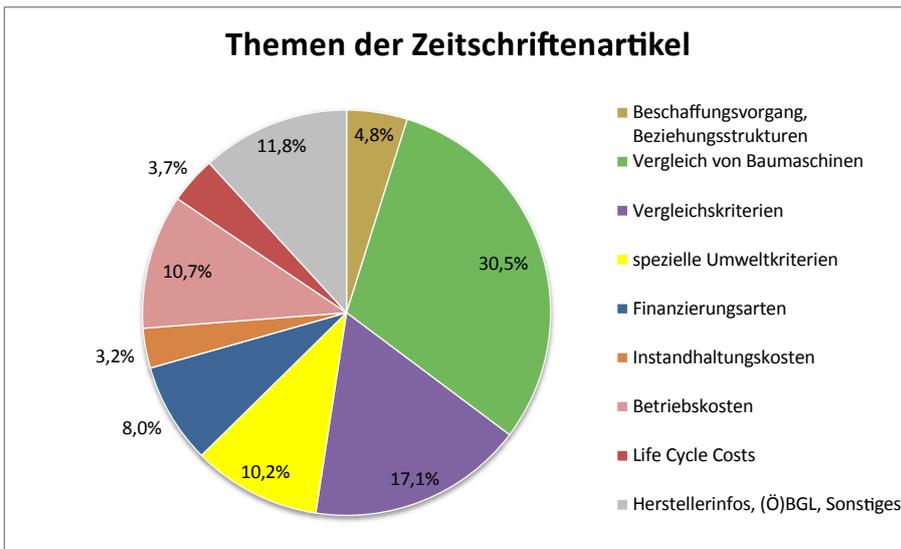


Bild 0-1: Behandelte Themen in den gesammelten Zeitschriftenartikeln

Ebenso konnten 55 interessante Bücher, Skripten, Berichte oder sonstige Schriften akquiriert werden, die mit fundiertem Grundlagenwissen, aber auch sehr spezialisierten Informationen aufwarten können:

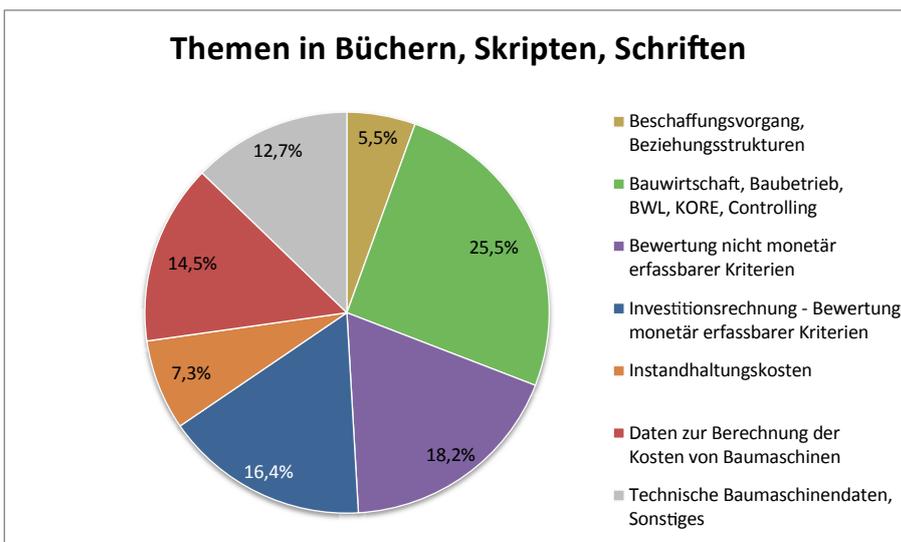


Bild 0-2: Behandelte Themen in den akquirierten Büchern, Skripten und Schriften

## 0.2 Begriffsbestimmungen

An dieser Stelle findet sich eine Auflistung und Definition wichtiger Begriffe, die in dieser Arbeit Verwendung finden und nicht an Ort und Stelle des Auftretens explizit erklärt werden.

- **Baugeräte:** die ÖNORM B 2061 definiert Baugeräte als „*technische Hilfsmittel, die zur Ausführung von Bauleistungen aller Art oder zur Gewinnung und Aufbereitung von Baustoffen verwendet werden, z.B. Maschinen, Transportmittel, Gerüste, Baubaracken, Container, Schalungs- und andere Geräte, sowie die dazugehörigen Bestandteile. Als Baugeräte gelten nicht Kleingeräte, Kleingerüste, Werkzeuge und dergleichen.*“<sup>4</sup>

Die ÖBGL<sup>5</sup> wiederum listet sämtliche für die Bauausführung und Baustelleneinrichtung erforderlichen und gängigen **Baumaschinenarten**, Baugeräte und Baustellenausstattungen auf und fasst diese unter dem Begriff „Geräte“ zusammen, wobei kleinere Geräte und Werkzeuge nicht enthalten sind. Demzufolge decken sich die beiden Begriffsdefinitionen.

Da sich die vorliegende Arbeit mit dem systematischen Vergleich von **Baumaschinen** beschäftigt, wird in Folge nur dieser Begriff verwendet. Eine Ausnahme stellen Erklärungen zur ÖBGL dar, da diese nicht nur für Baumaschinen gelten.

- **Baumaschine:** Um Baumaschinen von (Bau)geräten abzugrenzen, definieren *Oberndorfer/Jodl*<sup>6</sup> diese als „*ein Baugerät, welches mit einem Antriebsmotor ausgestattet ist.*“ Diese Erklärung klingt einleuchtend und wird übernommen. Für die Einordnung der Baumaschinen unter dem Begriff der „Baugeräte“ siehe dort.
- **Gewinn:** Innerbetrieblich versteht man unter dem Gewinn den Überschuss an Erträgen über den Aufwand eines Geschäftsjahres – sowohl in der GuV (Gewinn- und Verlustrechnung) als auch in der Betriebsabrechnung. Im Sinne der Baukalkulation ist der Gewinn ein Aufschlag auf die Selbstkosten und das kalkulatorische Wagnis und ist Bestandteil des Gesamtzuschlags.<sup>7</sup>
- **Investition:** Unter einer Investition versteht *Bauer*<sup>8</sup> im weitesten Sinne jede betriebliche Verwendung finanzieller Mittel (von Kapital), wobei der Investitionsbegriff i.d.R. enger gefasst wird und nur die Anschaffung von Anlagevermögen umfasst (eventuell inklusive

<sup>4</sup> ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSMINISTERIUM: ÖNORM B 2061:1999 - Preisermittlung für Bauleistungen. ÖNORM. S. 5.

<sup>5</sup> GESCHÄFTSSTELLE BAU DER WKÖ: ÖBGL 2009 - Österreichische Baugeräteliste. S. 11.

<sup>6</sup> OBERNDORFER, W. J.; JODL, H. G.: Handwörterbuch der Bauwirtschaft. S. 39.

<sup>7</sup> Vgl. OBERNDORFER, W. J.; JODL, H. G.: Handwörterbuch der Bauwirtschaft. S. 77.

<sup>8</sup> BAUER, U.: Betriebswirtschaftslehre Bau. Skriptum. S. 7-3.

zugehörigem Umlaufvermögen). Die zu treffenden Investitionsentscheidungen definiert *Fischer*<sup>9</sup> als „*Entscheidungen über die Mittelverwendung und damit über Umfang und Struktur des Vermögens einer Unternehmung*“.

- **Investitionsrechnung:** Die Investitionsrechnung – auch als Wirtschaftlichkeitsrechnung bezeichnet – ist laut *Bauer*<sup>10</sup> Teil des Einzelplanungsprozesses für Investitionsprojekte und stellt den Abschluss der Entscheidungsvorbereitung dar. Das Ergebnis der Investitionsrechnung samt darauf aufbauender Bewertung der Projektalternativen bildet die Grundlage der Entscheidungsfindung.
- **Kosten:** Kosten sind „*betriebszweckbezogene, periodenbezogene, ordentliche Werteinsätze zur Leistungserstellung und -verwertung. Leistungen sind die bewerteten Ergebnisse der betrieblichen Tätigkeit, für die Kosten anfallen.*“<sup>11</sup> Kosten werden mit Hilfe der dreistufigen internen Kostenrechnung (Kostenarten-, Kostenstellen- und Kostenträgerrechnung) gebildet und nach dem Verursachungsprinzip demjenigen Kostenträger zugerechnet, der sie verursacht hat. Mit Hilfe der Kostenträgerstückrechnung (bzw. „Kalkulation“) können Angebotspreise ermittelt (Vorkalkulation), Preisrechtfertigungen durchgeführt (Nachkalkulation), Preisuntergrenzen bestimmt, Halb- und Fertigfabrikate bewertet sowie Planungs- und Kontrollaufgaben wahrgenommen werden.<sup>12</sup> Klarerweise können damit auch Angebots-, Auftrags-, Arbeits- und Nachtragskalkulationen durchgeführt werden.
- **Kriterium:** Die Begriffe „Kriterium“, „Aspekt“, „Faktor“ und „Parameter“ werden in dieser Arbeit oft synonym verwendet, um die vielfältigen Auswahlkriterien von Baumaschinen zu beschreiben. Unter einem Kriterium versteht man ein „*unterscheidendes Merkmal als Bedingung für einen Sachverhalt, ein Urteil, eine Entscheidung*“<sup>13</sup>.
- **Liquidität:** Liquidität definiert *Fischer*<sup>14</sup> als „*die Fähigkeit einer Unternehmung, alle Zahlungsverpflichtungen termingerecht erfüllen zu können.*“ Durch Erhaltung der Liquidität wird der Fortbestand der Unternehmung gewährleistet.

<sup>9</sup> FISCHER, E.: Finanzwirtschaft für Anfänger. S. 1.

<sup>10</sup> BAUER, U.: Betriebswirtschaftslehre Bau. Skriptum. S. 7-3.

<sup>11</sup> BAUER, U.: Kosten- und Erfolgsrechnung. Skriptum. S. 1-13.

<sup>12</sup> Vgl. BAUER, U.: Kosten- und Erfolgsrechnung. Skriptum. S. 3-3, 3-6, 3-5.

<sup>13</sup> <http://www.duden.de/rechtschreibung/Kriterium>. Datum des Zugriffs: 18.3.2012.

<sup>14</sup> FISCHER, E.: Finanzwirtschaft für Anfänger. S. 3.

- **ÖBGL – Österreichische Baugeräteliste:** Die ÖBGL enthält alle für die Bauausführung und Baustelleneinrichtung erforderlichen Baumaschinenarten, Baugeräte und Baustellenausstattungen samt technischer und wirtschaftlicher Durchschnittswerte (z.B. mittlere Neuwerte, Nutzungsdauer, monatliche Abschreibungs- und Verzinsungsbeträge). Diese Daten sind insbesondere für die inner- und zwischenbetriebliche Gerätekostenverrechnung sowie für die Disposition, Betriebsplanung, Arbeitsvorbereitung, Investitionsplanung und Bilanzierung hilfreich. Die aktuelle Auflage 2009 ersetzt die ÖBGL 1996 und wurde hinsichtlich ihrer Gliederung und des Geräteschlüssels an die EUROLISTE angepasst, die als Standard-Gliederungsschema für alle europäischen Länder entwickelt wurde. Damit entsprechen die Kerndaten der ÖBGL 2009 vollinhaltlich den Stammdaten der EUROLISTE, gleiches gilt für die deutsche Baugeräteliste (BGL 2007).<sup>15</sup>

---

<sup>15</sup> Vgl. GESCHÄFTSSTELLE BAU DER WKÖ: ÖBGL 2009 - Österreichische Baugeräteliste. S. 11.

## 1 Status quo im Baumaschinenvergleich – Welche Informationen bieten Fachzeitschriften?

Der Auswahl der optimalen Baumaschine kommt in der Bauwirtschaft eine entscheidende Bedeutung zu. Es bedarf einer Menge an Informationen über die verschiedenen am Markt verfügbaren Produkte und Produktvarianten, um dieselben miteinander vergleichen und die optimale Baumaschine auswählen zu können. Derartige Informationen sind aus Herstellerbroschüren oder dem Internetauftritt der Hersteller entnehmbar. Hier sind die Entscheidungsträger mit einer Fülle an Informationen konfrontiert, die es systematisch zu analysieren gilt. Um diese Aufgabe zu erleichtern, kann auch auf Baumaschinenvergleiche in Fachzeitschriften zurückgegriffen werden, die in großer Anzahl verfügbar sind und eine erste Selektierung der Informationen ermöglichen.

Nun ist es natürlich sehr interessant, welche Informationen aus derartigen Zeitschriftenartikeln (ZS-Artikeln) gewonnen werden können und welche Kriterien nicht vertreten sind. Es lassen sich dazu folgende Fragestellungen formulieren, die von dem Autor dieser Masterarbeit im Zuge eines Projektes erarbeitet wurden<sup>16</sup>:

- Wie werden Baumaschinen in Fachzeitschriften verglichen?
- Welche Baumaschinenarten werden verglichen?
- Werden Benchmarkings angestellt?
- Welche Vergleichskriterien stechen hervor, welche fehlen?
- Werden die Kosten verglichen?
- Gibt es Kriterien, die in allen ZS-Artikeln Beachtung finden?

Analysiert wurden 31 Artikel aus deutschsprachigen Fachzeitschriften der Jahre 2006 bis 2011, wobei die meisten Artikel aus den Zeitschriften „Baumarkt + Bauwirtschaft“ sowie „bpz – Baupraxiszeitung“ stammen. Darin werden von den Autoren all jene Baumaschinenhersteller betrachtet, die am deutschen Markt mit einem eigenen Vertriebs- und Wartungsnetz vertreten sind – diese Auswahl ist auf Grund der engen Vernetzung der Märkte ohne weiteres auf Österreich übertragbar.

Weiters werden von den Autoren hauptsächlich Baumaschinengattungen untersucht, die in der Praxis am häufigsten vertreten sind – dazu zählen Raupenbagger, Minibagger, Mobilbagger, Große Radlader, Kompaktlader, Turmdrehkrane sowie Betonpumpen und Transportfahrzeuge. Einer eingehenden Analyse wurden die ersten fünf Gruppen unterzogen,

<sup>16</sup> Vgl. HILLINGER, C.: Analyse von Baumaschinenvergleichen in Zeitschriften der letzten 6 Jahre. Masterprojekt. S. 1ff.

wodurch die verschiedenen Größenkategorien der Baumaschinengattungen „Bagger“ und „Lader“ gut miteinander verglichen werden konnten.

Zur Vorgehensweise bei der Analyse lässt sich festhalten, dass versucht wurde, aus den ZS-Artikeln so viele Informationen wie möglich zu gewinnen. Da in den meisten ZS-Artikeln keine direkten Gegenüberstellungen zu finden sind, sondern lediglich die Hersteller in alphabetischer Reihenfolge aufgelistet sind, wurden die Hersteller einzeln betrachtet und als sogenannte „Herstelleranalysen“ bezeichnet. Aus zwei Artikeln mit je 10 beschriebenen Herstellern ergeben sich beispielsweise 20 Herstelleranalysen. Die Häufigkeit des Auftretens der Kriterien in den einzelnen Herstelleranalysen wurde mitgezählt. Wurde beispielsweise in 3 von 10 Herstelleranalysen eines ZS-Artikels das Kriterium „Gewicht“ beschrieben, so bekam der Artikel drei Punkte in dieser Kategorie. Diese Punkte wurden in weiterer Folge artikelübergreifend summiert und ausgewertet. Die Identifizierung der einzelnen Kriterien erfolgte kontinuierlich während des Durchstudierens der Artikel und erforderte oftmals eine Verquickung thematisch zusammengehöriger Begriffe. So sind unter dem Begriff „Verbrauchsreduktion“ beispielsweise alle Funktionalitäten und technischen Besonderheiten zusammengefasst, die zu einer Reduktion des Verbrauchs führen können (e.g. Motorsteuerung, Hydraulik, Motortechnik, verschiedene Betriebsarten, Eco-Modus etc.).

Weiterführende Informationen zur Vorgehensweise bei der Analyse sind der eingangs genannten Quelle zu entnehmen.

Da in den einzelnen Herstelleranalysen teils idente, teils sehr unterschiedliche Kriterien beschrieben werden, ist bei der Auswertung höchst informativ, **wie oft ein gewisses Kriterium in den Artikeln behandelt wird und welche Kriterien bzw. Kriteriengruppen von den Autoren bevorzugt beschrieben werden.**

Nun zu den Ergebnissen.

## 1.1 Aus der Analyse gewonnene Erkenntnisse<sup>17</sup>

Auffällig in den analysierten Zeitschriftenartikeln ist das Fehlen direkter Gegenüberstellungen von Baumaschinen verschiedener Hersteller. Eine Beschreibung der Vor- und Nachteile eines Produkts im Vergleich zu Konkurrenzprodukten findet man ebenso wenig wie eine tabellarische Gegenüberstellung der wichtigsten Kennwerte, wie man es beispielsweise aus Benchmarkings in Automobil-, Rad- oder Elektronikfachzeitschriften kennt.

<sup>17</sup> HILLINGER, C.: Analyse von Baumaschinenvergleichen in Zeitschriften der letzten 6 Jahre. Masterprojekt. S. 5ff.

Vielmehr werden die Neuheiten, Vorzüge und speziellen Funktionen der Produkte der einzelnen Hersteller nacheinander aufgezählt und helfen dem Leser nur bedingt bei der Auswahl der optimalen Variante. Hersteller A kann beispielsweise mit einer neuartigen Abstützungsart aufwarten, wohingegen Hersteller B mit einem überarbeiteten Motorsteuerungssystem punkten möchte. Alleine aufgrund dieser Informationen wird kaum eine Kaufentscheidung stattfinden, nichtsdestotrotz geben die Artikel eine gute Übersicht über aktuelle Entwicklungen am Markt und ersparen dem Leser das mühsame Zusammentragen von Grundinformationen.

Bild 1-1 veranschaulicht die prozentuelle Verteilung der einzelnen Kriteriengruppen in allen **31 Zeitschriftenartikeln**. In den Artikeln werden von den Autoren insgesamt **546** sogenannte **Herstelleranalysen** durchgeführt mit in Summe **4.639** genannten **Kriterien**. Im Durchschnitt werden also in jeder Herstelleranalyse 8 bis 9 Kriterien beschrieben.

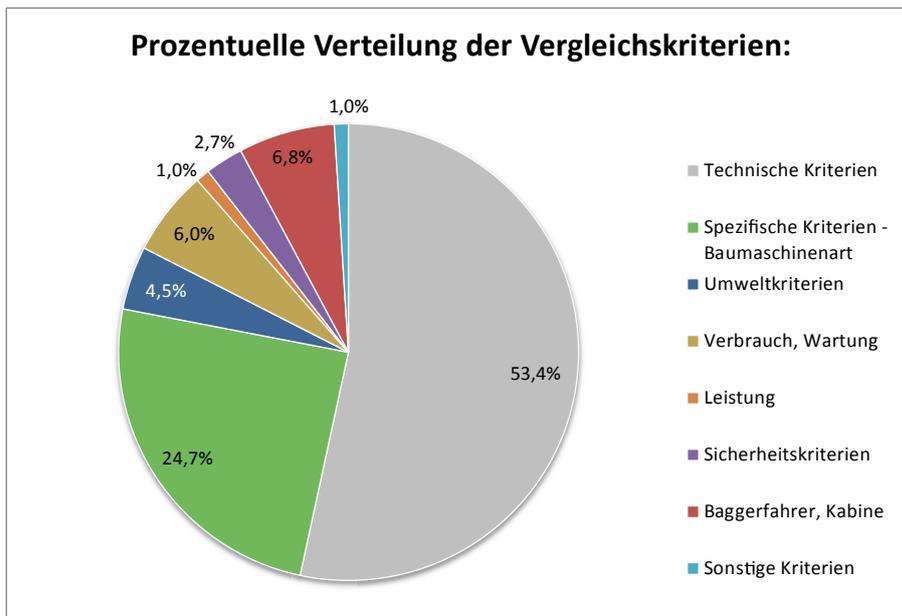


Bild 1-1: Prozentuelle Verteilung der Kriterien aller Baumaschinenarten

Es fällt sogleich auf, dass der Block „**technische Kriterien**“ ein wesentliches Element darstellt. In ihm finden sich Kriterien wie „Typenbezeichnung“, „Gewicht“, „Motorleistung“ und „Motortype“, die in zumindest jeder zweiten Herstelleranalyse beschrieben sind, die ersten beiden sogar in über 90 % der Fälle. Weiters finden sich hier Angaben zu Hydraulik, Lenkung, Fahrtrieb, Anbaugeräten, Flexibilität, Fahrgeschwindigkeit, Maße, Laufruhe, Getriebe, Differenzialsperre, Drehmoment, Haltbarkeit und vielen weiteren Aspekten. Diese Kriterien werden bei der Analyse zu einem gemeinsamen Block zusammengefasst, weil sie unabhängig von der Baumaschinenart für alle Maschinen bestimmt werden können und nicht nur ein Spezifikum einer bestimmten Baumaschinengattung darstellen (beispielsweise der „Minibagger“).

Derartige „**spezifische Kriterien**“ einer Baumaschinengattung werden in einer eigenen Gruppe erfasst und bilden immerhin fast ein Viertel aller genannten Kriterien. Hier finden sich für Bagger beispielsweise Schwenkradien, Auslegerarten, Reichweite, Grabtiefe, diverse Grabkräfte, Löffelinhalt, Unterwagenvarianten, Abstützungsarten sowie Angaben zum Fahr- und Laufwerk. Bei Ladern werden im Vergleich dazu die Kriterien Nutzlast, Kipplast, Wendekreis, Hubhöhe, Schaufelkinematik, Hubgerüst, Hubarm, Schnellwechsler, Kräfte, Schaufelinhalt und das Laufwerk beschrieben.

Bei den spezifischen Kriterien handelt es sich im Grunde ebenfalls um technische Kriterien – dies erlaubt den Schluss, dass die Autoren der ZS-Artikel den **Fokus mit über 75 % klar auf technische Aspekte** legen. Daher ist es auch nicht weiter verwunderlich, dass manch andere Kriteriengruppe im Vergleich dazu nur schwach oder gar nicht vertreten ist.

**Wirtschaftliche Faktoren** fehlen beispielsweise völlig, d.h. es finden sich keinerlei konkrete Angaben zu Kaufpreis, Betriebskosten, Instandhaltungskosten oder Life Cycle Costs. Dies wäre aufgrund der hohen Relevanz dieser Punkte bei der Kaufentscheidung absolut wünschenswert. Diese Aspekte sind jedoch nicht den Herstellerbroschüren zu entnehmen, sondern müssten bei den Herstellern konkret angefragt werden. Bezüglich des Kaufpreises ist anzumerken, dass dieser auch stark vom Verhandlungsgeschick abhängig ist und sich die Hersteller bzw. Händler kaum zu fixen Angaben hinreißen lassen. Außerdem existieren mitunter unterschiedliche Preislisten für unterschiedliche Länder, die aus Sicht der Hersteller nicht unbedingt veröffentlicht werden sollten. Dennoch wäre jede diesbezügliche Information ein großer Gewinn für die ZS-Artikel bzw. in weiterer Folge für die Entscheidungsträger.

Auch Angaben zur **Leistung** der Baumaschine sind in den Zeitschriftenartikeln kaum vertreten. Allerhöchstens gibt es Anmerkungen zu geringen Taktzeiten, Ladespiel, hoher Arbeitsgeschwindigkeit oder Effizienz, jedoch nie mit konkreten Zahlenangaben, sondern nur mit qualitativen Beschreibungen wie „gut“, „verbessert“ oder „hoch“.

Die **restlichen Kriteriengruppen** sind je nach Baumaschinenart unterschiedlich stark vertreten und erlauben keine generellen Aussagen. An dieser Stelle sei auf die detaillierte Ausarbeitung der Zeitschriftenartikel bei *Hillinger*<sup>18</sup> verwiesen.

<sup>18</sup> HILLINGER, C.: Analyse von Baumaschinenvergleichen in Zeitschriften der letzten 6 Jahre. Masterprojekt. S. 8ff.

Neben der prozentuellen Verteilung der Kriteriengruppen ist es auch interessant, welche konkreten Kriterien in den Artikeln am häufigsten anklagen. Bild 1-2 zeigt einen Vergleich der **Kriterienhäufigkeit bei Artikeln über Raupen-, Mobil- und Minibagger**. Um diesem Diagramm Aussagekraft zu verleihen, wurden die jeweils zehn prozentuell stärksten Kriterien der drei Baumaschinenarten herausgegriffen und gegenübergestellt.

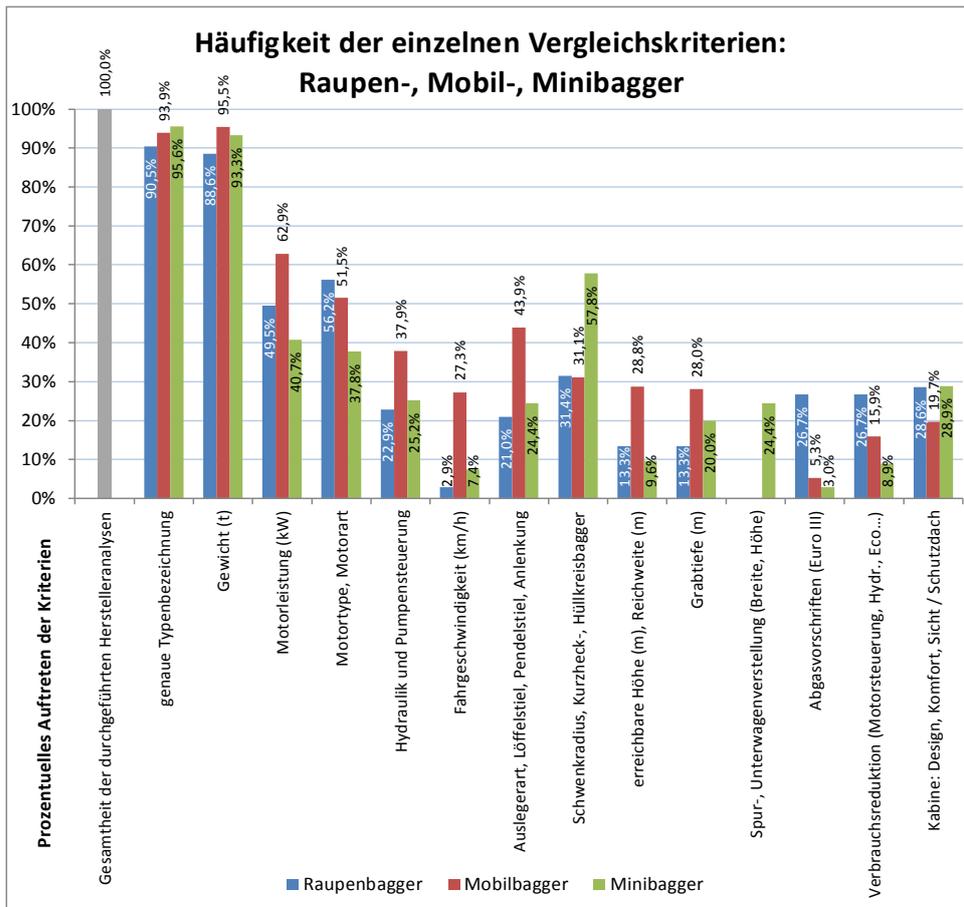


Bild 1-2: Vergleich der Kriterienhäufigkeit bei Raupen-, Mobil- u. Minibaggern

Die ersten vier Kriterien („Typenbezeichnung“, „Gewicht“, „Motorleistung“ und „Motortype“) sind bei den drei Bagger-Arten annähernd gleich stark vertreten und bilden mit ihrer Häufigkeit klar die Basis der Artikel. Bei den anderen Kriterien sind jedoch Unterschiede erkennbar.

Auffällig bei den **Raupenbaggern** ist eine starke Gewichtung von Kriterien zur Einhaltung der Abgasvorschriften und möglicher Verbrauchsreduktion. Ersteres ist auf die ab 2011 für den Leistungsbereich ab 130 kW verbindliche Abgasrichtlinie Tier 4 interim/EU Stufe IIIB zurückzuführen, die die erlaubten Emissionsgrenzwerte stark reduziert. Die meisten Raupenbagger fallen in diesen Leistungsbereich und müssen die Grenzwerte bereits einhalten. Gängige Mobil- und Minibagger sind von der Richtlinie

erst später betroffen, beispielsweise ab dem Jahr 2012 für den Leistungsbereich zwischen 56 und 129 kW. Das Kriterium der Verbrauchsreduktion ist wohl auf die in den Baggern eingebauten hubraumstarken Aggregate zurückzuführen.

Bei den **Mobilbaggern** tritt aufgrund der Mobilität die Fahrgeschwindigkeit besonders in den Vordergrund sowie die durch verschiedene Auslegerarten erreichbare Flexibilität, Reichweite und Grabtiefe. Derzeit am Markt erhältliche Mobilbagger erreichen Geschwindigkeiten bis zu 40 km/h, dies mutet im Vergleich zu 4 - 5 km/h bei Raupenbaggern fast „sportlich“ an. Mit der Fahrgeschwindigkeit eng verknüpft sind die Kriterien „Fahrantrieb“ (16 % Häufigkeit) und „Lenkung“ (21 %), die zwar nicht in der obigen Grafik vertreten sind, aber dennoch kurz beschrieben werden sollen. Beim Fahrantrieb wird zwischen 2-Rad- und allradgetriebenen Varianten unterschieden, weiters sind manche Mobilbagger mit speziellen Anfahr- und Bergfahrfunktionen ausgestattet. Die Lenkung wiederum kann als 2-Rad-, Allrad- oder Knicklenkung ausgeführt sein.

Raupenbagger werden im Vergleich dazu – wie der Name schon sagt – von einem Raupenfahrwerk angetrieben, das die Lenkbewegungen mit gegenläufigen Raupenbändern erwirkt (dies wird auch als „Panzerlenkung“ bzw. „Skid-Steer-Lenkung“ bezeichnet).

Bei **Minibaggern** liegt der Fokus auf Kriterien, die ein Arbeiten auf beengtem Raum ermöglichen sollen, sprich verschiedene Kurzheck-, Hüllkreis- und 0-Heck-Baggervarianten sowie eine eventuell vorhandene Spur- bzw. Unterwagenverstellbarkeit. Erstere werden von den Herstellern als Synonym für sehr geringe Heckschwenkradien verwendet, die ein sicheres, unbelastetes Arbeiten ermöglichen und für beengte Einsätze hohe Vorteile bieten. Der Begriff „0-Heck-Bagger“ ist aus dem Englischen nicht ganz richtig übersetzt („Zero-Tail-swing“) und bezeichnet ein Heck, das beim Schwenken nicht über die Unterwagenbreite hinausragt – dies ist der Hüllkreis-Variante gleichzusetzen.<sup>19</sup> Es bleibt zu erwähnen, dass ein kurzes Heck nicht unbedingt die Größe der Kabine beeinflussen muss.

Die „Spur- bzw. Unterwagenverstellbarkeit“ ist insbesondere für Minibagger unter einer Tonne Gewicht sehr wichtig, damit die Breite von Standardtüren kein Hindernis darstellt. Vereinzelt wird von den Herstellern auch eine Höhenverstellung des Fahrwerks angeboten, um schräges Gelände ausgleichen zu können.

<sup>19</sup> Vgl. COHRS, H.: Randvoll mit toller Technik. In: bpz - Baupraxiszeitung, 3/2006. S. 16f.

Es folgt ein Vergleich der **Kriterienhäufigkeit in den Zeitschriftenartikeln über Kompaktlader und große Radlader**. Damit lassen sich Aussagen treffen, welche Kriterien in den Artikeln am häufigsten anklingen. Auch an dieser Stelle wurden die jeweils zehn prozentuell am häufigsten vertretenen Kriterien der beiden Baumaschinenarten herausgegriffen und gegenübergestellt.

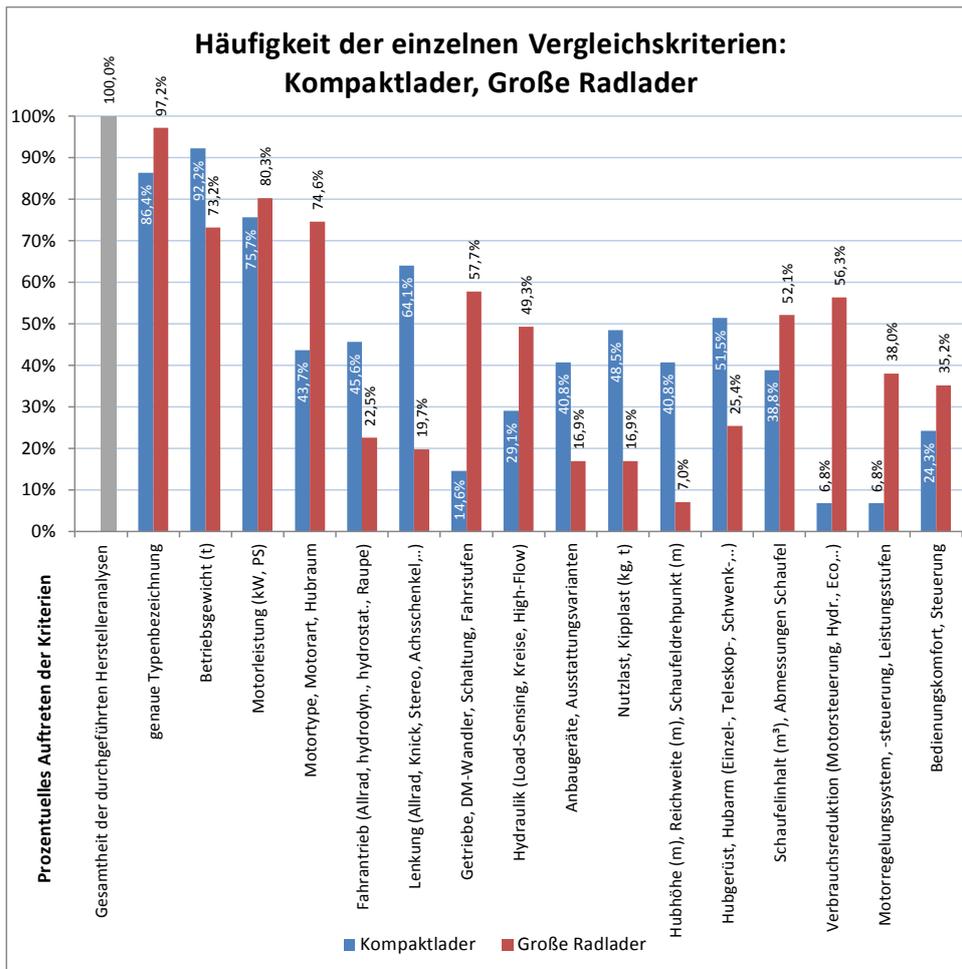


Bild 1-3: Vergleich der Kriterienhäufigkeit bei Kompakt- und großen Radladern

Ähnlich wie bei den Baggern bilden auch bei den Ladern die ersten vier Kriterien („Typenbezeichnung“, „Gewicht“, „Motorleistung“ und „Motortype, Hubraum“) die Basis der in den Artikeln beschriebenen Hersteller. Hier lassen sich für Kompaktlader und Große Radlader keine nennenswerten Unterschiede erkennen, einzig die starke Ausprägung des vierten Kriteriums bei großen Radladern sticht hervor.

Weiters treten bei **großen Radladern** die Kriterien „Getriebe, Drehmomentwandler, Schaltung, Fahrstufen“, die „Hydraulik“, mögliche „Verbrauchsreduktion“ sowie die „Motorregelungssysteme“ stark in Erscheinung. Das erstgenannte Kriterium steht in engem Zusammenhang mit dem Antriebssystem.

Laut *Cohrs*<sup>20</sup> dominiert bei großen Radladern noch immer der hydrodynamische Antrieb – hydrostatisch angetriebene Lader finden sich nur vereinzelt, beispielsweise beim „2plus2“-Antrieb der Firma Liebherr. Ein hydrodynamischer Antrieb arbeitet mit einer Pumpe und einer Antriebsturbine. Die Drehzahl- und Drehmomentwandlung geschieht über die kinetische Energie der Flüssigkeit<sup>21</sup>. Dieser Antrieb erfordert also einen Drehmomentwandler, ein Lastschaltgetriebe sowie Untersetzungen. Nachteil dieser Methode ist ein höherer Verbrauch im Vergleich zum hydrostatischen Antrieb, dessen Motor durch ein stufenlos regelbares Getriebe immer in der optimalen, der Leistung angepassten Drehzahl läuft und Kraftstoff spart.

Kraftstoff sparen ist auch das Stichwort für das Kriterium „Verbrauchsreduktion“, das durch spezielle Motorsteuerungen, Betriebsarten (e.g. Eco-Modus) sowie spritsparende Hydrauliksysteme erreicht wird. Hybrid-Antriebsvarianten sind bei großen Radladern noch kaum kommerziell erhältlich. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass bei großen Radladern all jene Punkte dominieren, die mit der Motorisierung, Kraftübertragung, dem Verbrauch und der Hydraulik zusammenhängen.

Bei **Kompaktladern** hingegen dominieren Kriterien, die mit der Lenkung, Flexibilität, Reichweite, Nutzlast, diversen Anbaugeräten und der Ausstattung zusammenhängen – sprich mit der Leistungsfähigkeit der kleinen Lader. Es gibt Kompaktlader mit 2-Rad-, Allrad-, Skid-Steer-, Knick-, Spornrad-, Achsschenkel- und Stereo-Lenkung. Nähere Erklärungen zu den Lenkungsarten sind bei *Hillinger*<sup>22</sup> nachzulesen.

In engem Zusammenhang mit der Lenkung stehen die verschiedenen Fahrtriebskonzepte. Hier kann zwischen Raupen- und Radfahrwerk unterschieden werden, sowie bei letzterem zwischen 2-Rad- und Allrad-Version. Auch spezielle hydrostatische Antriebe sind in den ZS-Artikeln beschrieben.

Das Hubgerüst bzw. der Hubarm eines Kompaktladers kann vielerlei Formen annehmen. Es gibt Parallel- und Teleskop-Hubgerüste sowie Einzel-, Teleskop-, Schwenk- und Schwenk-Teleskop-Hubarme. Die Kinematik derselben kann als Vertikal- oder Radialhubkinematik ausgeführt sein, die Kinematik der Schaufel als Z-, Parallel- oder TP-Kinematik.

**Abschließend** wird noch die detaillierte Auswertung der Raupenbagger angeführt, um die Vielfalt der Vergleichskriterien zu verdeutlichen.

<sup>20</sup> COHRS, H.: Kraft unter der Haube - Größere Radlader für das Bewegen großer Massen. In: bpz - Baupraxiszeitung, 3/2009. S. 29.

<sup>21</sup> <http://de.wikipedia.org/wiki/Hydraulik>. Datum des Zugriffs: 23.12.2011.

<sup>22</sup> HILLINGER, C.: Analyse von Baumaschinenvergleichen in Zeitschriften der letzten 6 Jahre. Masterprojekt. S. 26.

## 1.2 Die Analyse der Zeitschriftenartikel im Detail – exemplarisch für die Baumaschinengattung der Raupenbagger

In einem Zeitschriftenartikel schreibt *Cohrs*<sup>23</sup>, dass sich die Einsatzgebiete von Raupenbaggern in den letzten Jahren kaum verändert haben. Diese bleiben weiterhin die wichtigsten Maschinen im Erd-, Tief-, Straßen- und Kanalbau. Aus dieser Überlegung heraus soll an dieser Stelle noch eine detaillierte Auswertung der Raupenbagger folgen.

Die folgende Grafik verdeutlicht, in wie viel Prozent der **105 ausgewerteten Herstelleranalysen** die jeweiligen Kriterien angeführt werden. Insgesamt wurden sechs Artikel der Jahre 2006 bis 2011 ausgewertet, in denen zwischen 13 und 22 verschiedene Hersteller beschrieben sind. Es konnten **45** verschiedene **Kriterien** identifiziert werden, die thematisch in die **Kategorien** „Technische Kriterien“, „Spezifische Kriterien – Raupenbagger“, „Umweltkriterien“, „Verbrauch, Wartung“, „Sicherheitskriterien“, „Baggerfahrer, Kabine“, und „Sonstige Kriterien“ eingeteilt wurden. Die farblichen Markierungen ordnen die Kriterien den jeweiligen Gruppen zu.

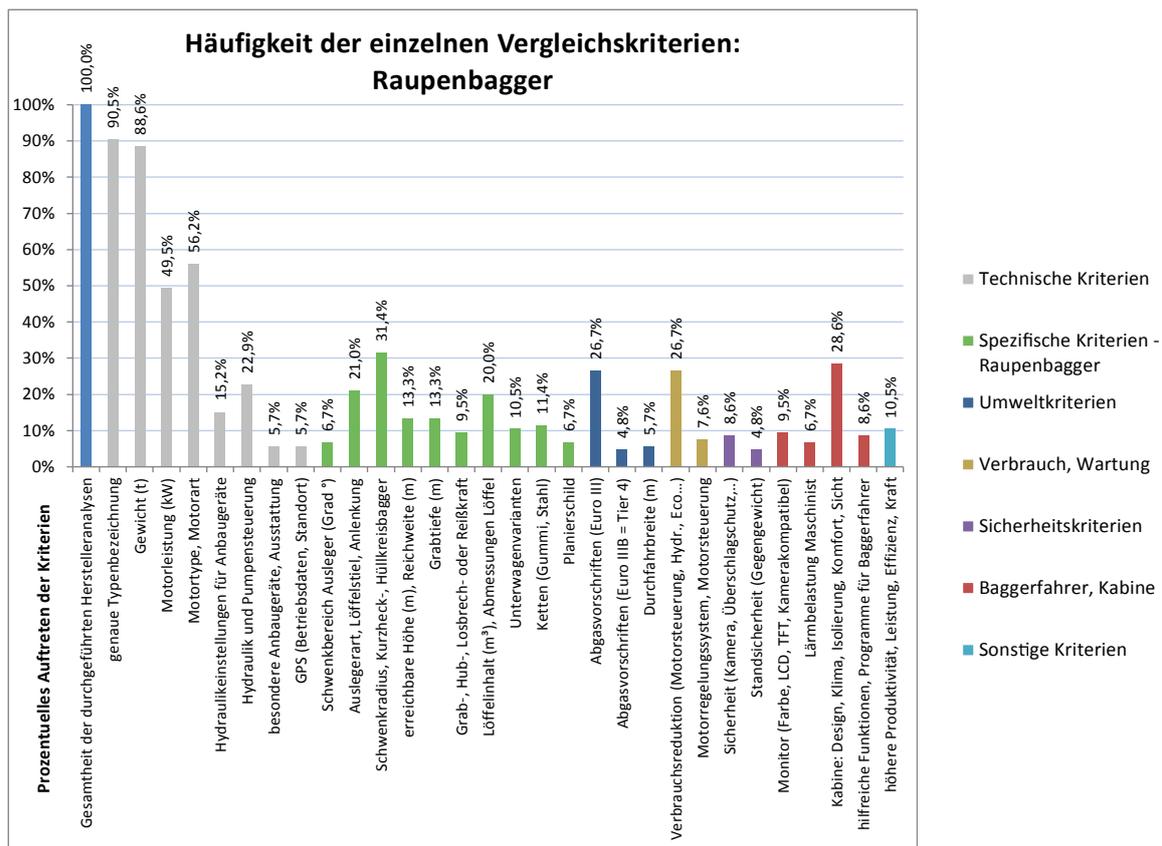


Bild 1-4: Häufigkeit der einzelnen Kriterien bei Raupenbaggern

<sup>23</sup> COHRS, H.: Immer größere Vielfalt bei Raupenbaggern. In: Baumarkt + Bauwirtschaft, 10/2008. S. 10.

Neben den ersten vier dominierenden Aspekten findet sich pro Gruppe ein prägnantes Kriterium, das in mehr als 25 % der Analysen angesprochen wird. Dazu zählen die Aspekte „Schwenkradius, Kurzheck-, Hüllkreisbagger“, die „Abgasvorschriften der Stufe Euro III“, mögliche „Verbrauchsreduktionen“ durch Motorsteuerung, Hydraulik, Motortechnik, Betriebsarten und Eco-Modus sowie das Kriterium „Kabine“, das sich mit Design, Klima, Isolierung, Fahrerkomfort und Sicht derselben befasst.

Das Kriterium „Hydraulik und Pumpensteuerung“, das sich mit Zwei- oder Mehrkreishydrauliksystemen, Load-sensing-Methoden, Grenzlastregelungen und sonstigen Spezialfunktionen der Hydraulik befasst, weist eine Häufigkeit von 23 % auf.

Auch die verschiedenen Auslegerarten (Monoblock-, Wechsel-, Verstell-, Hüllkreis-, Seitenknick-, Tunnel-, Long-Reach-, Long-Front-, Heavy Duty-, Mass Excavation-Ausleger etc.) sowie deren Länge, Reichweite, Anlenkung und Löffelstielarten sind in 21 % der Analysen von Belang.

Der Löffelinhalt in m<sup>3</sup> bzw. die Löffelabmessungen sind in jeder fünften Analyse vertreten und verdeutlichen das Hauptanwendungsgebiet von Raupenbaggern im Erd-, Tief-, Straßen- und Kanalbau.

Das Kriterium „Hydraulikeinstellungen für Anbaugeräte“ (15 %) definiert, ob diese in der Kabine erfolgen können und ob Voreinstellungen für bestimmte Anbaugeräte hinsichtlich Pumpendruck und Fördermenge gespeichert werden können.

Der Rest der Kriterien tritt nur mehr in ungefähr einer von zehn Analysen in Erscheinung und betrifft oft Spezialsysteme oder -ausrüstungen gewisser Hersteller.

Abschließend bleibt festzuhalten, dass es auf Grund der etwas einseitigen Gewichtung in den Zeitschriftenartikeln (die Autoren legen den Fokus mit über 75 % klar auf technische Aspekte) notwendig erscheint, sich mit der Beschaffung von Baumaschinen eingehender und systematisch auseinanderzusetzen.

## 2 Beschaffung von Baumaschinen

Unter dem Begriff „Beschaffung“ versteht man laut *Bauer*<sup>24</sup> definitionsgemäß all jene Tätigkeiten eines Betriebes, die der Bereitstellung von Mitteln und Ressourcen dienlich sind, welche wiederum zur Zielerfüllung benötigt werden. In diesem Kontext umfasst die Beschaffung nicht nur die Waren- und Dienstleistungsbeschaffung, sondern auch die Personal- und Kapitalbeschaffung. Ersteres wird üblicherweise dem Einkauf zugeordnet, der somit definitionsgemäß nur einen Teil der gesamten Beschaffung übernimmt. Allerdings wird in der betriebswirtschaftlichen Literatur und betrieblichen Praxis der Begriff „Beschaffung“ oft enger gefasst und dem Einkauf quasi gleichgesetzt.<sup>25</sup> Die Beschaffung von Baumaschinen ist bei beiden Varianten eindeutig der Gruppe „Waren- und Dienstleistungsbeschaffung“ zuzuordnen und daher Thema des **Einkaufs**. Da im Beschaffungsprozess von Baumaschinen neben dem Einkauf aber noch weitere Personengruppen involviert sind, wird dieser Thematik ein eigenes Kapitel gewidmet (siehe Kapitel 2.1).

Befasst man sich mit der Finanzierung von maschinellen Investitionsgütern in Bauunternehmen – sprich Baumaschinen – wird sogleich ersichtlich, dass es heutzutage gebräuchlich ist, Baumaschinen je nach Anforderung entweder zu kaufen (mit Eigen- und oder Fremdkapital), zu mieten, zu leasen oder einen Mietkauf anzustreben. Daher müsste man korrekterweise von einer „Beschaffungsentscheidung“ sprechen, wenn es um die Entscheidung geht, welche Baumaschine angeschafft werden soll. Da dieses Wortkonstrukt etwas schwerfällig klingt, wird in weiterer Folge nur mehr von „Kaufentscheidung“ die Rede sein – wohlwissend, dass es auch alternative Möglichkeiten gibt, Baumaschinen zu beschaffen. Auf die unterschiedlichen Finanzierungsarten wird in Kapitel 4.1.1 eingegangen.

### 2.1 Wer trifft die Kaufentscheidung?

Die Beschaffung von Baumaschinen ist geprägt von einer „multipersonalen Entscheidungsstruktur“<sup>26</sup>, d.h. an der Entscheidung sind meist mehrere Personen oder Personengruppen beteiligt. Die involvierten Personen verfolgen dabei oft unterschiedliche Zielsetzungen und verfügen über einen unterschiedlichen Informationsstand.

Die Kaufentscheidung selbst wird in der Regel von einer Einzelperson – dem sogenannten „Entscheider“ – getroffen. Er sollte sich seiner Auf-

<sup>24</sup> Vgl. BAUER, U.: Betriebswirtschaftslehre Bau. Skriptum. S. 5-2.

<sup>25</sup> Vgl. BAUER, U.: Betriebswirtschaftslehre Bau. Skriptum. S. 5-2.

<sup>26</sup> Vgl. KAHLE, E.: Betriebliche Entscheidung. S. 159ff.

gabe bewusst sein und die Meinungen der anderen Personengruppen in der Entscheidung nicht unberücksichtigt lassen. Diese Personengruppen umfassen bei großen und mittelgroßen Bauunternehmen im Allgemeinen die „Verwender des Produkts“, die „Einkäufer“, die „Beeinflusser“ und die „Informationsselektierer“<sup>27</sup>. In Anlehnung an *Maurer* stellen sich die Beziehungsstrukturen der Personengruppen folgendermaßen dar:

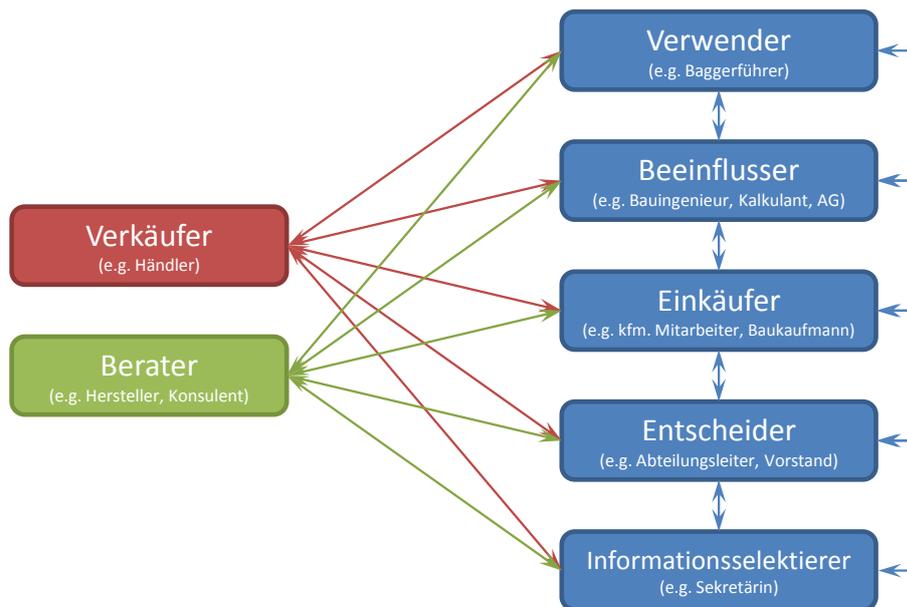


Bild 2-1: Multipersonale Kaufentscheidung, Informationsaustausch<sup>28</sup>

Die Pfeile symbolisieren dabei die Interaktionen zwischen den Personengruppen bzw. die Möglichkeit derselben, denn klarerweise sind nicht alle Kaufentscheidungen in gleichem Maße komplex, geschweige denn sind die Personengruppen in allen Bauunternehmen gleich stark ausgeprägt. In Kleinunternehmen können Einzelpersonen auch mehrere Rollen in sich vereinen und einen höheren Einfluss auf die Entscheidung ausüben.

Brent Losey, District Manager von Caterpillar S.A.R.L. in München reduziert das Entscheidungsgremium in einem Interview sogar generell auf den Fahrer, einen Einkäufer und den Chef einer Firma.<sup>29</sup> Offensichtlich nimmt der Einkäufer in dieser Überlegung auch die Rolle des Informationsselektierers ein, der Firmenchef ist mit dem Entscheider gleichzusetzen und der Fahrer wird gleichzeitig als Beeinflusser gesehen.

<sup>27</sup> Vgl. MAURER, H.; KRACA, M.: Beschaffungsverhalten von Unternehmen der Baubranche. In: BMT Baumaschine + Bautechnik, 7-8/1996. S. 15.

<sup>28</sup> Vgl. MAURER, H.: Verkaufspsychologie. unveröffentlichtes Manuskript.

<sup>29</sup> OHNE VERFASSER: Der Krise Chancen abtrotzen ... In: Baumarkt + Bauwirtschaft, 6/2009. S. 19.

Die Einteilung in fünf Personengruppen, die am Entscheidungsprozess beteiligt sind, findet sich auch in der englischsprachigen Literatur. Dort werden die Mitglieder der Organisation, die am Kaufentscheidungsprozess beteiligt sind, als „**Buying Center**“ bezeichnet und in fünf verschiedene Rollen eingeteilt: in *users*, *influencers*, *buyers*, *deciders* und *gatekeepers*.<sup>30</sup>

*Webster* und *Wind* schreiben dazu, dass eine genaue Kenntnis der beteiligten Personengruppen dabei hilft, die Natur der zwischenmenschlichen Einflussnahme auf den Beschaffungsprozess zu verstehen.

In diesem Sinne sollen die einzelnen Personengruppen bzw. Rollen eine nähere Beschreibung erfahren:

- Die Gruppe der „**Verwender**“ (Users) ist in vielen Fällen diejenige, die den Kaufprozess initiiert oder sogar die spezifischen Anforderungen an das Kaufobjekt definiert. Außerdem ist es denkbar, dass die Gewerkschaft der Arbeitnehmer in Vertretung derselben auf Grund von Beschwerden gewisse Anforderungen hinsichtlich der Performance (Fahrverhalten, Funktionen, Arbeitsleistung) beeinflusst.<sup>31</sup>

Betrachtet man diese Gruppe im Kontext von Baumaschinen, so versteht man unter einem User den Benutzer der Baumaschine, beispielsweise einen Baggerfahrer oder Kranführer. Diese sind naturgemäß vor allem am Bedienungs- und Fahrkomfort, der Gestaltung der Fahrerkabine, der Lärmbelastung und der Zuverlässigkeit der Maschine interessiert. Auch das subjektive Sicherheitsgefühl spielt eine wesentliche Rolle und wird von vielfältigen Sicherheitskriterien beeinflusst. Möglicherweise spielt für einen Baumaschinenführer auch das Design der Maschine eine Rolle, wirtschaftliche Aspekte werden jedoch kaum von Interesse sein.

- Die Gruppe der „**Beeinflusser**“ (Influencers) umfasst Personen, die nicht unmittelbar in den Entscheidungsprozess eingegliedert sein müssen, aber auf Grund ihrer Erfahrung oder langjährigen Firmenzugehörigkeit als Experten gesehen werden und deren Meinung gerne eingeholt wird. (z.B. Leiter einer maschinentechnischen Abteilung, Bauingenieure, Kalkulanten). Auch diese Gruppe kann Informationen zur Verfügung stellen, Empfehlungen abgeben oder Kriterien definieren, die die Auswahl an Baumaschinen einschränkt. Es ist auch denkbar, dass der Auftraggeber einer Bauaufgabe die Auswahl mitbeeinflusst, indem er konkrete Leistungsvorgaben oder technische Eigenschaften definiert.

<sup>30</sup> Vgl. WEBSTER, F.; WIND, Y.: Organizational buying behavior. S. 77.

<sup>31</sup> Vgl. WEBSTER, F.; WIND, Y.: Organizational buying behavior. S. 78.

- **„Einkäufer“** (Buyers) besitzen die formale Autorität, die Lieferanten bzw. Händler auszuwählen sowie die Einkaufsbedingungen und den Liefervertrag festzulegen. Allerdings kann der Handlungsspielraum durch den Einfluss anderer Entscheidungsträger stark eingeschränkt sein. Als Beispiel seien konkretisierte technische Anforderungen genannt, die die Auswahl auf einige wenige Hersteller, Händler oder Lieferanten einschränken. Die Komplexität des Einkaufs reicht je nach Beschaffenheit der Aufgabe von routinemäßig ablaufenden Entscheidungen, bei denen eine Auswahl aus begrenztem Angebot zu bereits bekannten Konditionen zu treffen ist, hin zu einer simultan ablaufenden Kriterienfestlegung und Alternativenbewertung, um die ökonomisch beste Variante zu bestimmen.<sup>32</sup>

Die Beschaffung von Baumaschinen zählt definitiv zu Letzterem, erfordert ja bereits der hohe Kostenfaktor der Investition eine intensive Auseinandersetzung mit der Thematik. Weiters lässt die Vielfalt möglicher Auswahlkriterien erkennen, wie anspruchsvoll der Entscheidungsprozess ist. Hiezu sei auf Kapitel 4 verwiesen – dort findet sich eine Einteilung und Beschreibung möglicher Entscheidungskriterien.

Die Rolle des **Einkäufers** (Buyers) wird in Bauunternehmen meist von einem kaufmännischen Mitarbeiter bzw. einem sogenannten Baukaufmann wahrgenommen. Wie bereits angeklungen, wird der Einflussbereich des Einkäufers von anderen Entscheidungsträgern mitbeeinflusst. Dies ist auch sinnvoll und notwendig, damit die finanziellen Aspekte nicht als einzig relevantes Kriterium bewertet werden. Weiters sollte vermieden werden, nur die auf den ersten Blick ersichtlichen Kosten zu betrachten (e.g. Anschaffungskosten), ohne auf die Gesamtkosten der Baumaschine über die gesamte Nutzungsdauer Rücksicht zu nehmen – idealerweise in Form von Life Cycle Costs.

- Die **„Entscheider“** (Deciders) sind naturgemäß mit der Befugnis ausgestattet, die finale Auswahl treffen zu können. Es ist möglich, dass der Einkäufer gleichzeitig in die Rolle des Entscheiders schlüpft, oder dass der Einkäufer nur mit der Umsetzung der Entscheidung betraut ist, weil diese bereits von einer anderen Instanz getroffen wurde. In der Praxis ist es teilweise schwer auszumachen, wer tatsächlich als Entscheidungsträger agiert – beispielsweise kann bereits eine klare Festlegung

<sup>32</sup> Vgl. WEBSTER, F.; WIND, Y.: Organizational buying behavior. S. 78f.

von Ausscheidungskriterien die Auswahlmöglichkeit auf nur ein Produkt beschränken.<sup>33</sup>

In Bauunternehmen kann je nach Größe und Struktur ein technischer oder kaufmännischer Abteilungsleiter, ein Geschäftsführer, Firmenchef oder Vorstand für die Kaufentscheidung verantwortlich sein.

- Die „**Informationsselektierer**“ (Gatekeepers) bilden schlussendlich jene Personengruppe, die für den Informationsfluss verantwortlich ist. Diese Funktion kann beispielsweise von einem Einkäufer wahrgenommen werden, der mit der Verwaltung der Lieferanten- und Herstellerbeziehungen betraut ist, oder einer Person, die eine Marktanalyse der verfügbaren Produkte und Dienstleistungen durchführt.<sup>34</sup>

Gatekeepers haben insofern einen nicht zu unterschätzenden Einfluss auf die Kaufentscheidung, da sie für die Terminkoordination, die Organisation und den Kontakt zu den Lieferanten bzw. Händlern verantwortlich sind. Letztere werden daher um eine gute Beziehung zu dieser Gruppe bemüht sein.

Abschließend sei in Anlehnung an *Webster* und *Wind* eine Übersicht der am Entscheidungsprozess beteiligten Personengruppen im Zusammenhang mit den verschiedenen Stufen der Entscheidungsfindung angeführt. Auf die Entscheidungsstufen wird in Kapitel 2.3 detailliert eingegangen.

	Verwender	Beeinflusser	Einkäufer	Entscheider	Informationsselektierer
<b>Identifikation des Bedarfs</b>	x	x			
<b>Kriterienfestlegung, Ablaufplanerstellung</b>	x	x	x	x	
<b>Identifikation v. Kaufalternativen</b>		(x)	x		(x)
<b>Evaluierung der Kaufalternativen</b>			x		
<b>Auswahl des Lieferanten</b>			(x)	x	

Tabelle 2-1: Entscheidungsstufen und Rollenverteilung in einem Buying Center<sup>35</sup>

<sup>33</sup> Vgl. WEBSTER, F.; WIND, Y.: Organizational buying behavior. S. 79.

<sup>34</sup> Vgl. WEBSTER, F.; WIND, Y.: Organizational buying behavior. S. 80.

<sup>35</sup> i. A. an WEBSTER, F.; WIND, Y.: Organizational buying behavior. S. 80.

## 2.2 Wann findet der Beschaffungsvorgang statt?

Der Beschaffungsvorgang einer Baumaschine kann in einem Bauunternehmen entweder **projektunabhängig**, d.h. aus strategischen Überlegungen resultierend, oder **projektbezogen**, d.h. aus einem konkreten Bauprojekt abgeleitet, initiiert werden. Bei Spezialmaschinen mit langen Lieferzeiten ist die Vorlaufzeit des Beschaffungsvorgangs zu berücksichtigen.

### 2.2.1 Der projektunabhängige Beschaffungsvorgang

Projektunabhängig bedeutet, dass sich der Bedarf einer Baumaschine nicht aus einem konkreten Bauprojekt ableiten lässt, sondern aus Überlegungen entsteht, die den Maschinenfuhrpark des Unternehmens betreffen. Hier kann ein Ersatz für eine veraltete, reparaturanfällige oder kaputte Baumaschine notwendig sein, ein Modernisierungsprozess stattfinden oder aus bestimmten strategischen Gründen eine neue Baumaschine angeschafft werden. Hierzu werden oft Erfahrungswerte herangezogen, beispielsweise eine bestimmte Anzahl an Betriebsstunden, die bei Erreichen zum Ausscheiden der Baumaschine führt. Auch anstehende teure Reparaturen können einen Modernisierungsprozess auslösen.

Es kann dabei keine generelle Aussage getroffen werden, ob Baumaschinen im Maschinenfuhrpark stets gekauft, gemietet oder geleast werden, da diese Entscheidung von vielerlei Faktoren abhängt – der Größe des Unternehmens, der Liquidität, der Beschäftigung („Auslastung“) und Verfügbarkeit der Baumaschine, der Unternehmensstrategie usw. Wird die Maschine gekauft, muss einer derartigen Entscheidung natürlich eine Investitionsrechnung vorausgehen, um sicherzustellen, dass sich die Baumaschine innerhalb der vorgesehenen Nutzungsdauer amortisiert und eine hohe Rentabilität bzw. einen hohen ROI erreicht.

Generell sollten sich natürlich nur jene Baumaschinen längerfristig im Maschinenfuhrpark befinden, die einen hohen Beschäftigungsgrad aufweisen und in regelmäßig wiederkehrenden Intervallen eingesetzt werden können. Ein konkreter Zeitpunkt für die Beschaffung kann nicht angegeben werden.

### 2.2.2 Der projektabhängige Beschaffungsvorgang

Im Gegensatz dazu können **projektabhängige** Beschaffungsvorgänge zeitlich klar eingeordnet werden. Bild 2-2 veranschaulicht die Bauprojektphasen im Kontext der Arbeitsvorbereitung.

Links sind die Bauprojektphasen graphisch dargestellt, wobei nur die hellblau hinterlegten Phasen in die Sphäre des Auftragnehmers fallen und für den Beschaffungsvorgang einer Baumaschine maßgebend sind (Angebotsbearbeitung, Arbeitsvorbereitung und Bauausführung).

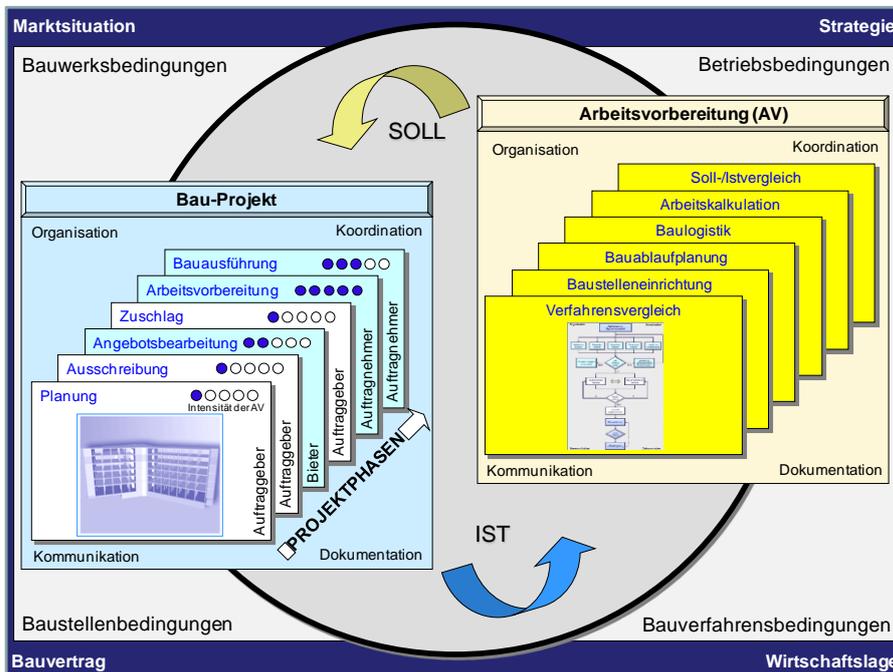


Bild 2-2: Die Bauprojektphasen im Kontext der Arbeitsvorbereitung<sup>36</sup>

Die Bauunternehmen treten erstmalig mit einem Bauprojekt detailliert in Kontakt, wenn sie im Zuge der **Angebotsbearbeitung** auf Grundlage der Vorkalkulation eine Angebotskalkulation erstellen. Hierzu werden Bauverfahrensvergleiche angestellt, um einen optimalen und wirtschaftlichen Bauablauf erreichen zu können. Nun sind diese Bauverfahren natürlich untrennbar mit bestimmten Baumaschinen verbunden und es kann eine erste Abklärung erfolgen, welche Maschinen zur erforderlichen Zeit im Bauunternehmen verfügbar sein werden und welche anderwärtig beschafft werden müssen. Ergibt sich ein Bedarf an einer neuen Maschine, sollten die am Markt verfügbaren Kaufalternativen einer ersten groben Auswahl unterzogen werden, um geeignete Varianten herauszufiltern und deren Preise ermitteln zu können. Unverbindliche Anfragen bei Händlern oder Mietpartnern hinsichtlich der Marktpreise sind hierbei ratsam, um bei Auftragserteilung nicht in terminliche Bedrängnis zu geraten. Es ist auch denkbar, sich eine „Option“ auf Baumaschinen einzuräumen, sofern sich die Geschäftspartner darauf einlassen.

Die Vorauswahl sollte auf Grundlage von vorher definierten Ausschlusskriterien (ASK) erfolgen, hierzu sei auf den in Kapitel 3.1 dargestellten Ablaufplan verwiesen, der zum Zwecke der Vorauswahl nur zur Hälfte durchlaufen wird.

<sup>36</sup> HOFSTADLER, C.: Monte-Carlo Simulation in der Arbeits-/Projektvorbereitung - Anwendung bei der Berechnung der Bauzeit. Tagungsband 8. Grazer Baubetriebs- und Bauwirtschaftssymposium. S. 152.

Ob sich diese Überlegungen mit der zeitlichen und ressourcenmäßigen Beschränkung der Angebotsbearbeitungsphase immer vereinen lassen, ist fraglich. Außerdem schreibt *Hofstadler*<sup>37</sup>, dass im Stadium der Angebotskalkulation weder detaillierte Pläne vorliegen, noch die Baustellenbedingungen genau kalkulierbar sind. Gewisse Unsicherheitsfaktoren sind also nicht zu vermeiden und schlagen sich auch auf die Einsatzplanung von Baumaschinen nieder.

Auf die Phase der Angebotsbearbeitung folgen vor Vertragsabschluss Auftragsverhandlungen mit potentiellen Auftragnehmern, um letzte Details zu klären. In diesem Rahmen wird die Angebotskalkulation angepasst und es können sich neue Erkenntnisse hinsichtlich der anzuwendenden Bauverfahren ergeben. Es folgt der **Zuschlag**.

In der Phase der **Arbeitsvorbereitung** wurde bereits ein Auftrag erteilt und der Auftragnehmer setzt sich sehr intensiv mit der Bauablaufplanung, Baustelleneinrichtung, Baulogistik, mit Verfahrensvergleichen, der Arbeitskalkulation und Soll/Ist-Vergleichen auseinander, um einen optimalen Bauablauf zu gewährleisten.<sup>38</sup> Hier erfolgt eine konkrete Festlegung der Bauverfahren und Baumethoden, woraus ein genauer Bedarf an Baumaschinen abzuleiten ist. Spätestens jetzt muss eine Ressourcenplanung erfolgen, um festzustellen, welche Maschinen zum gegebenen Zeitpunkt verfügbar sind und welche beschafft werden müssen.

Ist Letzteres der Fall, kann die konkrete Auswahl der Baumaschine anhand des in Kapitel 3.1 dargestellten Ablaufplans erfolgen. Weiters muss entschieden werden, in welcher Form die Baumaschine finanziert wird. Für einmalig einzusetzende oder sehr teure Spezialmaschinen wird sich ein Kauf kaum rechnen, stattdessen sind Mietverträge anzustreben. Für Baumaschinen, die sich möglicherweise bereits während der Bauzeit amortisieren oder die in Zukunft weitere Einsätze erfahren werden, weil beispielsweise eine neue Sparte erschlossen wurde, ist ein Kauf abzuwägen. Auch der Kauf von Gebrauchtmachines als kurzfristig günstigere Variante ist zu untersuchen. Generell ist bei derartigen Entscheidungen auf die Liquidität und die Strategie des Unternehmens zu achten. Weitere Überlegungen zur Finanzierung finden sich in Kapitel 4.1.1.

Nach der Arbeitsvorbereitung beginnt die **Bauausführung**. Oft divergiert die Meinung von Auftraggeber (AG) und Auftragnehmer (AN) betreffend der optimalen Zeitspanne der Arbeitsvorbereitung. Im Sinne des AG sollte

<sup>37</sup> HOFSTADLER, C.: Schularbeiten: Technologische Grundlagen, Sichtbeton, Systemauswahl, Ablaufplanung, Logistik und Kalkulation. S. 297.

<sup>38</sup> Vgl. HOFSTADLER, C.: Monte-Carlo Simulation in der Arbeits-/Projektvorbereitung - Anwendung bei der Berechnung der Bauzeit. Tagungsband 8. Grazer Baubetriebs- und Bauwirtschaftssymposium. S. 151.

unverzöglich mit dem Bau begonnen werden, der AN wird jedoch versuchen, die Arbeitsvorbereitung so intensiv wie möglich zu gestalten.<sup>39</sup>

In der Bauausführung sollten sich keine gravierenden Änderungen in den Bauverfahren herausstellen, allerdings lassen sich Störungen im Bauablauf oder unvorhergesehene Ereignisse und Rahmenbedingungen nicht a priori ausschließen. In diesem Zusammenhang kann sich auch ein kurzfristiger Baumaschinenbedarf einstellen, der aus terminlichen Gründen mit kurzfristig verfügbaren und sofort einsatzbereiten Mietgeräten abgedeckt werden muss.

### 2.3 Wie findet der Beschaffungsvorgang statt?

Der Kaufentscheidungsprozess wird in der Literatur von vielen Autoren behandelt, die denselben unterschiedlich stark untergliedern und in mehr oder weniger viele Einzelphasen zerlegen. Es erweist sich insbesondere das von *Webster* und *Wind* beschriebene fünfstufige Modell als sehr anschaulich und ausreichend komplex, um die Thematik in zufriedenstellender Form beschreiben zu können.

Die einzelnen Phasen stellen sich folgendermaßen dar:



sinngemäße Übersetzung:



Bild 2-3: Modell des Kaufentscheidungsprozesses nach *Webster* und *Wind*<sup>40</sup>

#### 1. Identifikation des Bedarfs:

In Phase 1 kommt es zur Identifikation eines Problems, das durch den Kauf eines Produktes oder einer Dienstleistung gelöst werden kann. Dieser Bedarf kann grundsätzlich zu jeder Zeit in allen Teilen des Unternehmens auftreten. Beispielsweise kann in einem Bauunternehmen der Bedarf an einer neuen Baumaschine entstehen, um eine Bauaufgabe bewältigen zu können, oder es findet ein projektunabhängiger Modernisierungsprozess im Maschinenfuhrpark statt.

<sup>39</sup> Vgl. HOFSTADLER, C.: Monte-Carlo Simulation in der Arbeits-/Projektvorbereitung - Anwendung bei der Berechnung der Bauzeit. Tagungsband 8. Grazer Baubetriebs- und Bauwirtschaftssymposium. S. 153.

<sup>40</sup> Vgl. WEBSTER, F.; WIND, Y.: Organizational buying behavior. S. 31.

## 2. Kriterienfestlegung und Ablaufplanerstellung:

In Phase 2 wird der Warenbedarf mit ausreichender Genauigkeit konkretisiert, um daraus Auswahlkriterien ableiten zu können. Diese ergeben sich direkt aus der Problembeschreibung in Phase 1, die bestimmte Anforderungen bzw. Ausscheidungskriterien definiert.<sup>41</sup> Es liegt auf der Hand, dass diese Aufgabe sozusagen den Kern des Auswahlprozesses darstellt. Da es in der Praxis unwirtschaftlich ist, alle denkbaren Kriterien zu vergleichen, muss hier eine Beschränkung auf signifikante Faktoren erfolgen. Außerdem ist es ratsam, einen Pool möglicher Kriterien anzulegen, um nicht jedes Mal bei null beginnen zu müssen. Siehe dazu Kapitel 3.2.2 bzw. Kapitel 4. Weiters sollte in dieser Phase ein Ablaufplan erstellt werden, damit der Kaufprozess strukturiert und nachvollziehbar ablaufen kann.

## 3. Identifikation von Kaufalternativen:

Anschließend wird der Markt nach verfügbaren Alternativen durchsucht. Dieser Prozess startet mit bekannten Händlern bzw. Herstellern und wird nach Bedarf auf alle am Markt verfügbaren Produkte ausgeweitet. Wer in diesen Prozess involviert ist, wurde bereits in Kapitel 2.1 erläutert.

## 4. Evaluierung der Kaufalternativen:

Der Bewertung der einzelnen Kaufalternativen kommt die Schlüsselrolle im ganzen Kaufentscheidungsprozess zu. Es sollen alle in Frage kommenden Kaufalternativen gegenübergestellt und bewertet werden. Was hier sehr einfach klingt, entpuppt sich in der Realität als ambitioniertes Vorhaben. Neben technischen und wirtschaftlichen Kriterien sind auch Umfeld- und Umweltkriterien, Sicherheitskriterien, Händler- und Herstellerkriterien sowie Kriterien des Maschinisten und die Geräteleistung zu bewerten und gegeneinander abzuwägen. Die Bewertung hat situationsgerecht zu erfolgen. An dieser Stelle wird auf die in Kapitel 3.3 beschriebenen Methoden zur Bewertung der monetär schwer erfassbaren sowie der wirtschaftlichen Kriterien verwiesen.

## 5. Auswahl des Lieferanten:

Die Auswahl des optimalen Produktes und somit des Lieferanten bzw. Herstellers ist die notwendige Konsequenz aus Phase 4.

Grundsätzlich treten die einzelnen Phasen nicht voneinander abgegrenzt in Erscheinung, sondern bilden viel mehr einzelne Stufen im gesamten Entscheidungsprozess. Der Übergang ist oft fließend, außerdem bedürfen manche Phasen einer Wiederholung.<sup>42</sup>

<sup>41</sup> Vgl. WEBSTER, F.; WIND, Y.: Organizational buying behavior. S. 32.

<sup>42</sup> Vgl. WEBSTER, F.; WIND, Y.: Organizational buying behavior. S. 33.

Im Vergleich zu dem Modell von *Webster* und *Wind* teilen *Robinson* und *Faris* den Kaufentscheidungsprozess in acht Phasen ein:



Bild 2-4: Phasen des Kaufentscheidungsprozesses nach *Robinson* und *Faris*<sup>43</sup>

Sie teilen dabei die Kriterienfestlegung in zwei Phasen auf und trennen damit die Festlegung der Kriterien von der Beschreibung derselben. Außerdem wird für das Einholen von Angeboten eine eigene Phase 5 geschaffen, aber gleichzeitig betont, dass die Phasen 4 und 5 oftmals kaum voneinander zu unterscheiden sind. Phase 6 wiederum vereint die Evaluierung der Kaufalternativen und die Auswahl des Lieferanten. Dies stellt eine sinnvolle Alternative zu dem Modell von *Webster* und *Wind* dar, da die Entscheidungsfindung von der Evaluierung kaum zu trennen ist. Die beiden letzten Phasen tragen zwar wenig zum Verständnis des Kaufprozesses an sich bei, erfassen aber die Performance des Produktes und des Lieferanten und bilden somit Richtwerte für zukünftige Käufe. Es werden dabei all jene Aktivitäten beschrieben, die stattfinden, sobald dem Lieferanten der Auftrag erteilt wurde. Trotz der Sinnhaftigkeit der letzten beiden Phasen erscheint das Modell von *Robinson* und *Faris* etwas zu umfangreich und nicht so übersichtlich.

Es folgt eine farbliche Gegenüberstellung der beiden Modelle:

Phasen des Kaufentscheidungsprozesses nach *Webster* und *Wind* ...



und nach *Robinson* und *Faris* (sinngemäße Übersetzung):



Bild 2-5: Vergleich der beiden Kaufentscheidungsmodelle

<sup>43</sup> ROBINSON, P.; FARIS, C.; WIND, Y.: Industrial buying and creative marketing. S. 14.

Mag das Modell nach *Robinson* und *Faris* an dieser Stelle auch redundant erscheinen, so gilt das nicht für die interessante Thematik, die von den Autoren damit in Verbindung gebracht wird. Die Kaufentscheidungsphasen bilden nämlich nur einen Aspekt des sogenannten „**Buygrid frameworks**“, mit dem sich industrielle Kaufsituationen analysieren lassen. Der zweite Aspekt betrifft die verschiedenen Typen von Kaufentscheidungen – genannt „**Buyclasses**“ – die sich in einen „Erstkauf“ („New Task“), einen „modifizierten Wiederholungskauf“ („Modified Rebuy“) sowie einen „reinen Wiederholungskauf“ („Straight Rebuy“) unterteilen lassen.<sup>44</sup>

- Ein **Erstkauf** stellt die Entscheidungsträger vor eine völlig neue Aufgabe, bei der ein großer Informationsbedarf besteht und die Kaufalternativen nicht als bekannt angesehen werden können. Der Suche und Erwägung möglicher Alternativen fällt daher eine große Bedeutung zu.
- Bei einem **modifizierten Wiederholungskauf** ist die Entscheidungssituation nicht als komplett neu anzusehen, aber sie unterscheidet sich dennoch in vielerlei Hinsicht von früheren Fällen. Demzufolge können zwar Erfahrungen früherer Käufe einfließen, es müssen aber dennoch neue Informationen beschafft und mögliche Kaufalternativen berücksichtigt werden.
- Ein **reiner Wiederholungskauf** liegt bei einer ständig wiederkehrenden Problemstellung vor und erfordert nur ein Minimum an Informationsbeschaffung. Die Entscheidungsträger besitzen ausreichend Erfahrung und Routine, um eine Entscheidung aus einer Liste geeigneter und potenzieller Lieferanten treffen zu können. Einem bisher unbekanntem Lieferanten fällt die Platzierung seiner Produkte dementsprechend schwer.<sup>45</sup>

In kompakter Form stellen sich die Charakteristika der drei Kauftypen folgendermaßen dar:

Kaufentscheidungstyp (Buyclass)	Neuheit der Problematik	Benötigte Informationen	Berücksichtigung von Alternativen
<b>Erstkauf</b>	hoch	maximal	wesentlich
<b>Modifizierter Wiederholungskauf</b>	mittel	moderat	eingeschränkt
<b>Reiner Wiederholungskauf</b>	niedrig	minimal	keine

Tabelle 2-2: Kennzeichnende Charakteristika von Kaufsituationen<sup>46</sup>

<sup>44</sup> Vgl. ROBINSON, P.; FARIS, C.; WIND, Y.: Industrial buying and creative marketing. S. 13ff.

<sup>45</sup> Vgl. BAUER, U.: Betriebswirtschaftslehre Bau. Skriptum. S. 4-7.

<sup>46</sup> Vgl. ROBINSON, P.; FARIS, C.; WIND, Y.: Industrial buying and creative marketing. S. 25.

Befasst man sich nun konkret mit der Beschaffung von Baumaschinen in Bauunternehmen, so erkennt man, dass ein Baumaschinenkauf nur in den seltensten Fällen als **reiner Wiederholungskauf** einzustufen ist. Dies wäre denkbar, wenn innerhalb einer sehr kurzen Zeitspanne der mehrfache Bedarf einer gleichwertigen Baumaschine mit gleichem Einsatzgebiet und gleichen Parametern vorläge.

Liegt bereits eine mehrmonatige Zeitspanne zwischen den Kaufentscheidungen oder sind die Anforderungen geringfügig anderer Natur, kann nur mehr von einem **modifizierten Wiederholungskauf** ausgegangen werden. In dieser Kategorie wird auch das Gros der zu beschaffenden Baumaschinen einzuordnen sein. Charakteristisch für den modifizierten Wiederholungskauf sind die aus früheren Entscheidungen einfließenden Erfahrungen, d.h. es sind gewisse Anforderungen bekannt, gewisse Vorstellungen vorhanden bzw. eventuell werden einzelne Hersteller und Händler präferiert. Demzufolge ist es nicht notwendig, alle denkbaren Kriterien bis ins kleinste Detail zu eruieren und zu bewerten. Ebenso wenig werden alle am Markt verfügbaren Baumaschinen in den Vergleich einbezogen werden.

Gerade in kleinen Bauunternehmen bzw. bei hochspezialisierten Baumaschinen wie beispielsweise einem Drehbohrgerät aus dem Spezialtiefbau können die Entscheidungsträger auch mit einem sogenannten **Erstkauf** konfrontiert sein. Hier liegen keinerlei Erfahrungen vor und der Informationsbeschaffung und Alternativenfindung kommen höchste Bedeutung zu. Bei einer derartigen Situation ist es unumgänglich, die Entscheidungskriterien so detailliert wie möglich zu erfassen und zu bewerten, um das bestmögliche Gerät auswählen zu können. Wird ein derartiger Auswahlprozess nachvollziehbar dokumentiert, erhält man zudem ein nützliches Schema für mögliche Wiederholungskäufe in der Zukunft.

### 3 Der Entscheidungsprozess im Detail

In diesem Kapitel wird das Modell des Entscheidungsprozesses nach *Webster* und *Wind* erneut aufgegriffen, weiterentwickelt und detaillierter behandelt. Als Gedankenstütze werden die fünf Phasen nochmals abgebildet:



Bild 3-1: Phasen des Kaufentscheidungsprozesses nach *Webster* und *Wind*<sup>47</sup>

Phase 1 wurde in den vorherigen Kapiteln bereits ausführlich behandelt und bedarf keiner näheren Erläuterung mehr.

Die Kriterienfestlegung in Phase 2 setzt voraus, dass ein umfangreicher **Topf an Auswahlkriterien** vorhanden ist. Die Findung und Einteilung derselben wird im Folgenden erläutert. Gleiches gilt für die Erstellung eines **Ablaufplanes**, der einen strukturierten Entscheidungsprozess gewährleistet und die Phasen des Kaufentscheidungsprozesses verfeinert.

Die Identifikation von Kaufalternativen (Phase 3) – sprich von am Markt verfügbaren Produkten – wird keiner näheren Beschreibung mehr unterzogen. Diese Aufgabe ist klar verständlich und i.d.R. Aufgabe des Einkaufs.

Die **Evaluierung der Alternativen** in Phase 4 erfordert jedoch eine detaillierte Beschreibung von verschiedenen Verfahren, die zu diesem Zwecke geeignet sind, und erfährt eine ausführliche Untersuchung. In Kapitel 5 werden die geeignetsten Verfahren konkret umgesetzt.

Phase 5 ist das logische Resultat der vorhergehenden Evaluierung und ebenfalls in Kapitel 5 enthalten. Dort findet sich das durchexerzierte Beispiel eines Entscheidungsprozesses inklusive abschließender Auswahl der optimalen Baumaschine.

#### 3.1 Phase 2 – Ablaufplanerstellung

Der nun folgende Ablaufplan wurde farblich an die einzelnen Phasen des Entscheidungsprozesses nach *Webster* und *Wind* angeglichen und soll den Beschaffungsvorgang einer Baumaschine umfassend und übersichtlich darstellen. Er beinhaltet alle notwendigen Arbeitsschritte und deren Reihenfolge, die es bei der Beschaffung von Baumaschinen zu beachten gilt. Die komplette Masterarbeit baut auf diesem Ablaufplan auf – in weiterer Folge werden einzelne Bereiche bzw. Phasen daraus konkretisiert,

<sup>47</sup> Vgl. WEBSTER, F.; WIND, Y.: Organizational buying behavior. S. 31.

verfeinert und angewendet. Der Ablaufplan sollte daher stets im Hinterkopf präsent sein, um die Zusammenhänge zu verstehen.

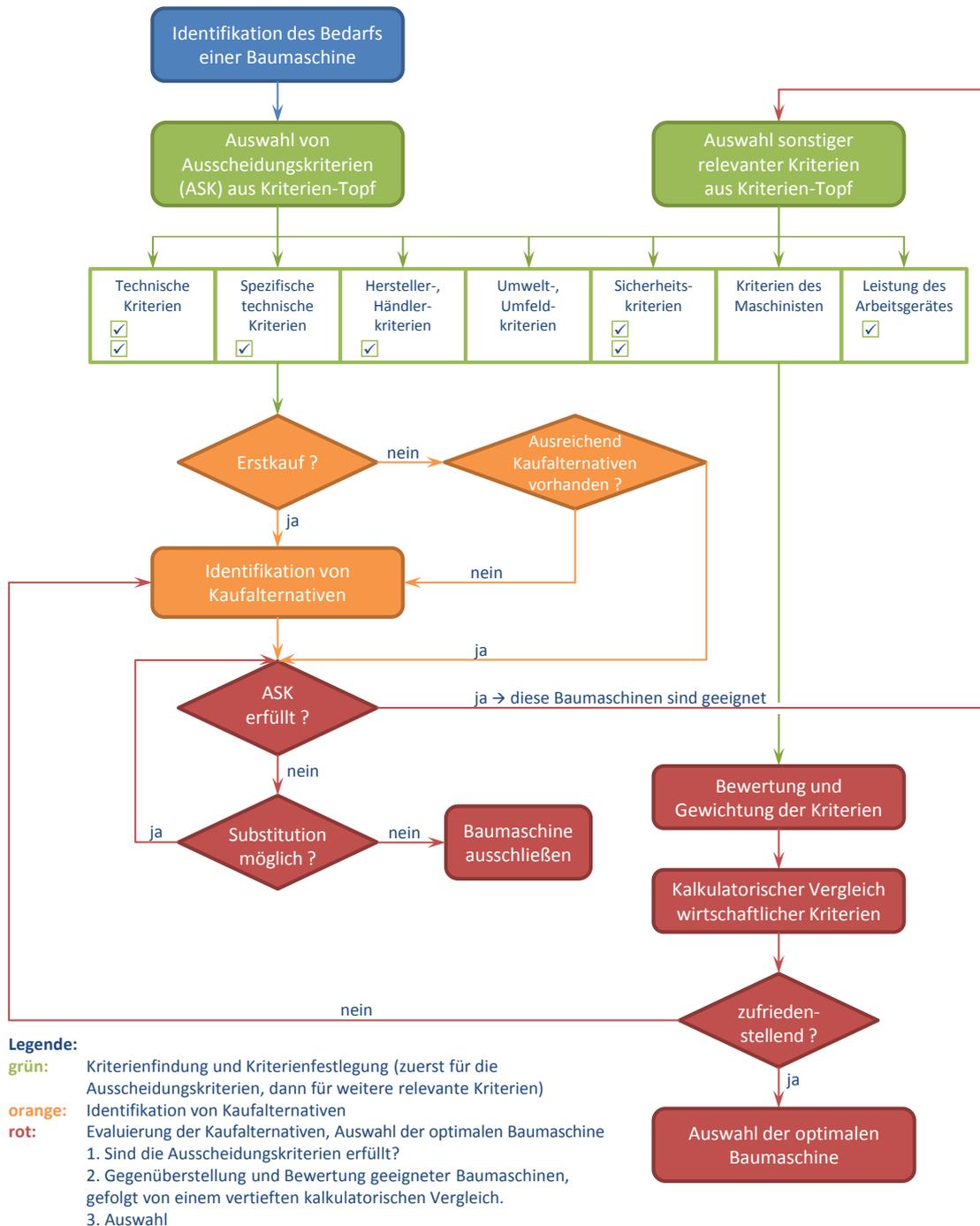


Bild 3-2: Ablaufplan zur Auswahl der optimalen Baumaschine

## 3.2 Phase 2 – Kriterienfindung

Die Suche nach möglichen Kriterien, mit denen sich Baumaschinen vergleichen lassen, erweist sich als vielschichtiges Unterfangen. Beim Durchstudieren von Zeitschriftenartikeln, Büchern, Firmenunterlagen und Ähnlichem wurden laufend neue Vergleichskriterien identifiziert und mittels Mind-Mapping zu thematisch zusammengehörigen Gruppen vernetzt. Auch in Gesprächen mit Personen aus der Praxis und universitären Einrichtungen ergaben sich neue Denkanstöße, die in den Kriterien Niederschlag finden. Dadurch wurde der Vergleichskriterien-Block laufend erweitert und immer umfangreicher. Dem Anspruch auf Vollständigkeit wurde insofern Sorge getragen, dass die wesentlichen Vergleichskriterien mit größtmöglicher Sorgfalt herausgearbeitet wurden. Um eine Systematik in die vielfältigen Kriterien zu bringen, war es hilfreich, die Baumaschine im Kontext der Produktionsfaktoren zu betrachten.

### 3.2.1 Interaktion der Baumaschine als *Betriebsmittel* mit den Produktionsfaktoren *Arbeit* und *Werkstoffe*

Betrachtet man die Baumaschine als Betriebsmittel im Konnex mit den anderen Produktionsfaktoren *Arbeit* bzw. *Werkstoffe*, so lassen sich die Kriterien einer ersten groben Einordnung unterziehen.

Produktionsfaktoren sind laut *Bauer*<sup>48</sup> jene Mittel, die zum Ablauf technologischer Prozesse einzusetzen sind, um eine bestimmte Produktion oder die erwünschte Zustandsänderung zu ermöglichen. Diese Mittel sind allen im Baubetrieb angewandten Bauverfahren gemeinsam und werden in elementare und dispositive Faktoren unterteilt.

Zu den Elementarfaktoren zählen dabei

- die **Arbeit** als objektbezogene, durch Arbeitspersonen zu verrichtende Tätigkeiten, die unmittelbar mit der Leistungserstellung und -verwertung im Zusammenhang stehen, ohne dispositiv-anordnender Natur zu sein
- die **Arbeits-** und **Betriebsmittel**, die alle Einrichtungen zur betrieblichen Leistungserstellung – insbesondere der Produktion – sowie alle Hilfs- und Betriebsstoffe umfassen, die für die Aufrechterhaltung des Betriebs notwendig sind. Zu ersteren zählen Maschinen, Geräte und Anlagen, zu letzteren beispielsweise die Energie

<sup>48</sup> BAUER, H.: Baubetrieb. S. 523f.

- die **Werkstoffe**, die als Ausgangs- und Grundstoffe zur Herstellung von Bauprojekten dienen, sprich Bau- und Bauhilfsstoffe sowie Halb- und Fertigerzeugnisse. Diese Gruppe wird Bestandteil eines Bauwerks oder Bauteils, nachdem Form- und Substanzänderungen vorgenommen wurden oder der Einbau in das Fertigerzeugnis erfolgt ist.

Es ist nun Aufgabe des Managements, die optimale Kombination der elementaren Produktionsfaktoren zu gewährleisten, um eine rationelle Produktion zu erreichen. Dieser vierte Produktionsfaktor, der sogenannte „**dispositive Faktor**“, stellt das Zentrum betrieblicher Aktivität dar und beinhaltet die Planung, Organisation, Steuerung und Kontrolle des Baugeschehens. Das Zusammenspiel aller Produktionsfaktoren bildet das sogenannte *Potential* des Baubetriebes.<sup>49</sup>

Bild 3-3 veranschaulicht die Interaktion der elementaren Produktionsfaktoren im Kontext der dispositiven Faktoren.

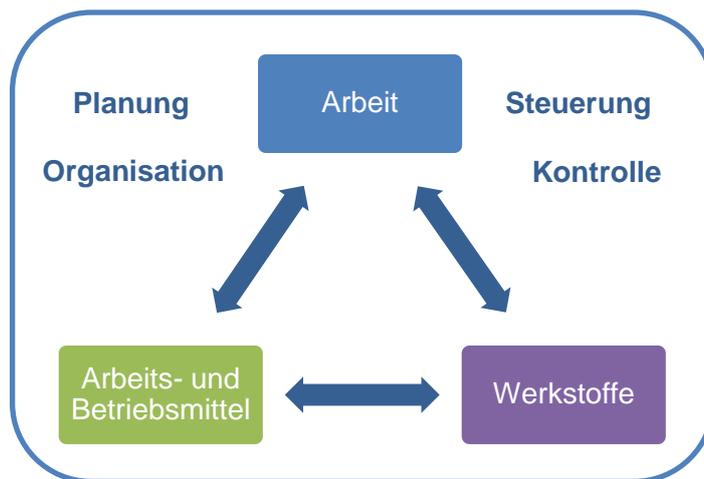


Bild 3-3: Interaktion der elementaren Produktionsfaktoren im Kontext der dispositiven Faktoren<sup>50</sup>

Nun wird betrachtet, in welcher Weise sich die einzelnen elementaren Faktoren gegenseitig beeinflussen bzw. aufeinander einwirken, um daraus eine erste Strukturierung der Auswahlkriterien ableiten zu können. Hierzu wird das obige Modell konkret auf den Einsatz einer Baumaschine auf der Baustelle angewendet und die Produktionsfaktoren dementsprechend verknüpft. Die Baumaschine selbst tritt als Betriebsmittel in Erscheinung und wird von einem Baumaschinenführer bedient, der den

<sup>49</sup> Vgl. BAUER, H.: Baubetrieb. S. 523.

<sup>50</sup> i. A. an HOFSTADLER, C.: Nachweis von Produktivitätsverlusten am Beispiel der Stahlbetonarbeiten - Literaturansätze im Vergleich zu aktuellen Untersuchungsergebnissen. Tagungsband 9. Grazer Baubetriebs- und Bauwirtschaftssymposium. S. 49.

Arbeitsfaktor einnimmt. Der Werkstoff nimmt je nach Bauaufgabe unterschiedliche Formen an – hier wird exemplarisch für den Erdbau der Werkstoff als Boden angenommen. Bild 3-4 veranschaulicht die Interaktion der elementaren Produktionsfaktoren bei einem Baumaschineneinsatz.

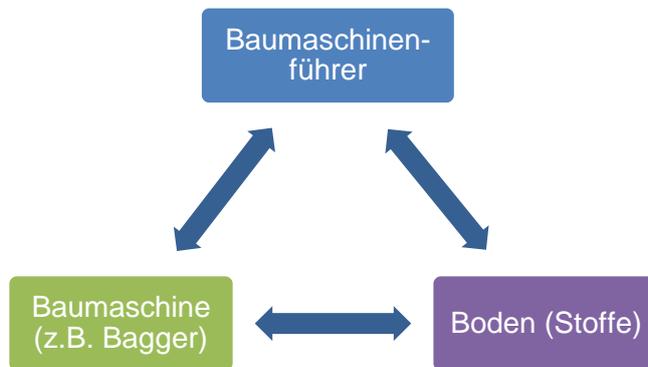


Bild 3-4: Die elementaren Produktionsfaktoren bei einem Baumaschineneinsatz

Die elementaren Produktionsfaktoren beeinflussen sich folgendermaßen:

- Wirkung der Baumaschine auf den Boden bzw. die Werkstoffe: Hier lassen sich direkte Einflüsse der Baumaschine auf den Boden bzw. den Werkstoff anführen, beispielsweise Vibrationsgrenzwerte, Flurschäden, die Schwingungsdämpfung oder Bodenpressung. Werden auch Einflüsse der Baumaschine auf die Umwelt berücksichtigt – also Schallgrenzwerte, Feinstaub oder die Emission von Abgasen – lassen sich diese Kriterien unter der Kategorie „**Umweltkriterien**“ subsumieren.
- Anforderungen des Bodens (der Stoffe) an die Baumaschine: Aus dieser Interaktion ergeben sich technische Anforderungen an die Baumaschine, beispielsweise deren Anpassungsfähigkeit und Flexibilität, verfügbare Anbaugeräte sowie Kraftübertragung, Haltbarkeit, Motorleistung, Drehmoment, elektrische Funktionen etc. Diese Anforderungen sind für alle Baumaschinenarten relevant und können unter dem Begriff der „**technischen Kriterien**“ zusammengefasst werden. Außerdem lassen sich „**spezifische technische Kriterien**“ je nach Art und Einsatzgebiet der Baumaschine festlegen, also individuell für Erdbaugeräte, Transportfahrzeuge, Spezialtiefbaugeräte, Hebezeuge, Straßenbaumaschinen, Tunnelbaumaschinen etc.

Auch die **Leistung** der Baumaschine stellt ein wesentliches Kriterium dar, welches einer gesonderten Betrachtung zugeführt werden muss.

- Wirkung der **Baumaschine auf den Baumaschinenführer**:  
Hier sind vor allem Kriterien zu nennen, die die Sicherheit bzw. die Gesundheit des Baumaschinenführers beeinflussen. Dazu zählen Standsicherheit, Stabilität, systemintegrierte Sicherheitselemente, Arbeitssicherheit, europäische Vorschriften sowie die Schwingungsbelastung bzw. die daraus induzierte Körperschwingung. Auch diese Faktoren lassen sich unter einem einheitlichen Begriff – den sogenannten „**Sicherheitskriterien**“ – einordnen.
- Anforderungen des **Maschinenführers an die Baumaschine**:  
Der Maschinist stellt vor allem Anforderungen hinsichtlich Bedienungs- und Fahrkomfort, Laufruhe, Gestaltung der Fahrerkabine, Ergonomie, Zuverlässigkeit und Sicherheit. Diese Punkte können unter den „**Kriterien des Maschinisten**“ eingereiht werden.
- Interaktion des **Maschinenführers mit dem Boden** (den Stoffen):  
Hier spielen die Qualität und Einsatzfreude des Maschinisten, das vorhandene Know-How, die Erfahrung und mögliche Rationalisierungsmaßnahmen eine Rolle. Diese Faktoren sind zwar für die Berechnung der technischen Nutzleistung der Baumaschine von Bedeutung und fließen somit indirekt in die Entscheidungsfindung mit ein, für den Vergleich von Baumaschinen verschiedener Hersteller sind sie allerdings nicht relevant.

### 3.2.2 Systematische Ordnung der wesentlichen Kriterien

Ausgehend aus den obigen Überlegungen wurden die Kriterien in thematisch zusammengehörige Untergruppen eingegliedert, um den Überblick zu bewahren und sich nicht in Details zu verlieren. Die aus der Interaktion identifizierten Untergruppen wurden mit „**Hersteller- und Händlerkriterien**“ sowie „**wirtschaftlichen Kriterien**“ ergänzt und klar strukturiert. Die Untergruppen können je nach Bedarf gesamtheitlich betrachtet werden, oder eine feinere Aufschlüsselung erfahren. Bild 3-5 veranschaulicht die gesamtheitliche Betrachtung, die feinere Untergliederung ist in Kapitel 4 zu finden.



Bild 3-5: Strukturierung der Auswahlkriterien

### 3.3 Phase 4 – Evaluierung der Kaufalternativen – Welche Verfahren stehen dafür zur Verfügung?

Aus dem Ablaufplan in Kapitel 3.1 ist klar ersichtlich, dass die Evaluierung der Kaufalternativen aus drei aufeinanderfolgenden Aufgaben besteht. Zuerst werden mit Hilfe von **Ausscheidungskriterien** ungeeignete Fabrikate ausgeschieden. Hierzu bedarf es keiner „Bewertung“, viel eher führt bereits das Nichterfüllen eines dieser Kriterien zum Ausschluss.

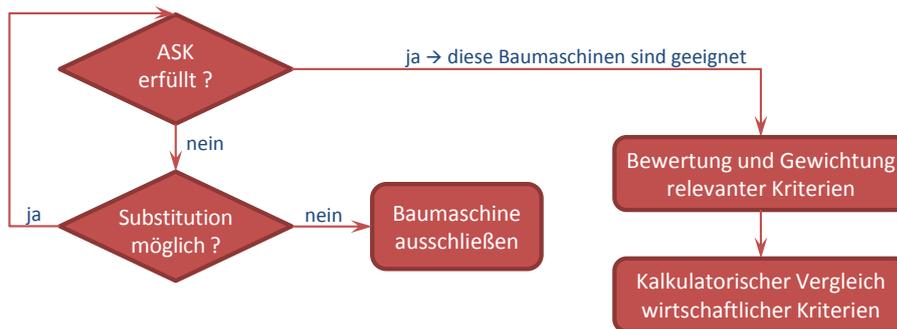


Bild 3-6: Evaluierung der Kaufalternativen im Ablaufplan

Anschließend werden **weitere Kriterien** aus dem Kriterien-Topf gewählt, die für die Baumaschine relevant erscheinen, jedoch nicht zwingend erforderlich sind. Diese Aspekte müssen bewertet werden, um die verschiedenen Fabrikate miteinander vergleichen zu können. Allerdings können diese Kriterien nur schwer oder gar nicht monetär erfasst werden, daher muss ein anderes Bewertungsschema Anwendung finden (e.g. Punktesystem, Nutzwertanalyse etc.).

Ganz im Gegenteil dazu werden im dritten Schritt die **wirtschaftlichen Aspekte** der Baumaschinen gegenübergestellt, die klarerweise monetär erfassbar sind. Für diese Aufgabe gibt es vielfältige Methoden aus der Investitionsrechnung, die ausführlich vorgestellt werden.

#### 3.3.1 Methoden zur Bewertung nicht monetär erfassbarer Kriterien – differenzierter Baumaschinenvergleich

Laut *Bauer*<sup>51</sup> können monetär schwer erfassbare Kriterien entweder trotz großer Schwierigkeiten quantifiziert und in die Investitionsrechnung eingegliedert werden, oder außerhalb der Investitionsrechnung in den Entscheidungsprozess einfließen. Für gewöhnlich ist die zweite Möglichkeit viel aussagekräftiger und daher zu bevorzugen. Als einfachste Variante kann eine **Checkliste** erstellt werden, die die wesentlichen Kriterien definiert – dies entspricht der Festlegung von Ausscheidungskriterien. Eben-

<sup>51</sup> Vgl. BAUER, U.: Betriebswirtschaftslehre Bau. Skriptum. S. 7-16.

so ist es gebräuchlich, die relevanten Kriterien bei der Begründung der Investitionsentscheidung lediglich anzuführen und nicht näher zu vertiefen.

Sollen die monetär schwer erfassbaren Kriterien fundierter berücksichtigt werden, bietet sich ein **Punktesystem** an, das es erlaubt, die einzelnen Kriterien zu gewichten und eine Rangordnung der Alternativen zu erstellen. Auf diesem Prinzip beruht die sogenannte **Nutzwertanalyse**.

### 3.3.1.1 Nutzwertanalyse (Punktwertverfahren, Punktbewertungsverfahren, Scoring-Modell)

Eine Nutzwertanalyse ist laut *Benesch*<sup>52</sup> ein mehrstufiges Verfahren zur Bewertung von Handlungsalternativen – sprich von Investitions- und Projektalternativen –, das es ermöglicht, die qualitativen und quantitativen Vor- und Nachteile einer Investition zu bewerten. Dabei wird die Kosten- seite völlig ausgeblendet, stattdessen wird aus den restlichen Kriterien ein sogenannter *Nutzwert* gebildet. Im Sinne einer ganzheitlichen Betrachtungsweise kann das Ergebnis der Nutzwertanalyse aber mit den separat ermittelten Kosten in Verbindung gebracht werden, indem an die Nutzwertanalyse eine Kosten-Wirksamkeits-Analyse angeschlossen wird.

Das wesentliche Charakteristikum der Nutzwertanalyse besteht laut *Bechmann*<sup>53</sup> darin, die komplexe Bewertungsproblematik in kleine Teilaspekte aufzugliedern, diese Teilaspekte einzeln zu bewerten und die Einzelbewertungen schlussendlich zu einer umfassenden Bewertungsaussage zu vereinen – dem sogenannten *Nutzwert*. Der Nutzwert ist eine dimensionslose Größe und erlaubt eine Reihung der Alternativen.

Die Vorgehensweise bei der Nutzwertanalyse charakterisiert *Benesch*<sup>54</sup> folgendermaßen:

1. Ziel der Entscheidungen klar definieren
2. Festlegen der Kriterien, die für die Entscheidung unbedingt erfüllt werden müssen: dies entspricht den Ausscheidungskriterien
3. Aufstellen der Auswahlkriterien: Diese bilden die Grundlage zur Auswahl der Alternativen und werden in Oberbegriffe gegliedert.
4. Gewichten der Auswahlkriterien: Die Oberbegriffe und die einzelnen Auswahlkriterien werden nach ihrer relativen Wichtigkeit für das Entscheidungsziel gewichtet, die Gesamtheit bildet 100 %.
5. Erarbeiten der Alternativen

<sup>52</sup> Vgl. BENESCH, T.; SCHUCH, K.: Basiswissen zu Investition und Finanzierung. S. 165.

<sup>53</sup> Vgl. BECHMANN, A.: Nutzwertanalyse, Bewertungstheorie und Planung. S. 21.

<sup>54</sup> Vgl. BENESCH, T.; SCHUCH, K.: Basiswissen zu Investition und Finanzierung. S. 166ff.

6. Bewerten der Alternativen: Die Bewertung erfordert die Festlegung einer Skala bzw. eines Skalenniveaus. Diese stammen aus der Statistik und lassen sich nach Art der Merkmale in verschiedene Stufen einteilen, wobei jede höhere die niedrigeren Skalen miteinschließt: Die **Nominalskala** erlaubt nur die Interpretation der Gleichheit bzw. Ungleichheit von Messwerten (z.B. Geschlecht: Mann/Frau). Bei der **Ordinalskala** kann auch die Rangordnung der Messungen bestimmt werden (z.B. in Form von Schulnoten oder Punkten von 1 bis 5). Bei einer **Intervallskala** können zusätzlich zur (Un-)Gleichheit und Rangordnung auch Differenzen bzw. Abstände von Messwerten interpretiert werden, allerdings mit willkürlichem Nullpunkt (z.B. Temperaturen oder Jahrgänge). Eine **Verhältnisskala** besitzt einen empirisch sinnvollen Nullpunkt, der mit „nicht vorhanden“ gleichzusetzen ist (z.B. Alter von 0 bis 99 Jahre). Und die **Kardinalskala** stellt eine Kombination aus Intervall- und Verhältnisskala dar.<sup>55</sup>

Für die Bewertung von Alternativen besitzt die **Verhältnisskala** die größte Aussagekraft, allerdings ist diese Skala nicht für alle Kriterien anwendbar. Werden für die Kriterien unterschiedliche Skalen verwendet, kann die Ermittlung des Nutzwertes gemäß der **Majoritätsregel** (Alternative A übertrifft Alternative B in mehr als 50 % der Kriterien), **Copeland-Regel** (Vergabe von Plus- und Minuspunkten für bessere Bewertungen und Rangplätze der einzelnen Kriterien), **Rangordnungssummenregel** (die Rangplätze der einzelnen Kriterien werden zu einem Gesamtrang addiert) oder auch der **Simon-Regel** erfolgen (die Alternativen teilen sich in zwei Klassen – je nachdem, ob das Bewertungsniveau erfüllt wird oder nicht).

Wird für alle Kriterien dieselbe Bewertungseinheit mit demselben Skalen-Nullpunkt herangezogen, spricht man von der **Additionsregel bei absoluter Skalenfixierung**. Diese Variante erscheint für die Praxis sehr gut geeignet und erlaubt den direkten Vergleich der Einzelwerte. Der Gesamtwert (Nutzwert) wird durch die Summe der in Stufe 4 gewichteten Einzelwerte gebildet. Als Skala dient eine Ordinalskala – beispielsweise von 1 bis 10, wobei 1 für eine unzureichende und 10 für die beste Erfüllung des Kriteriums steht.<sup>56</sup>

7. Die beste Alternative für die Entscheidung auswählen: Hier ist der größte Nutzwert ausschlaggebend.

<sup>55</sup> Vgl. WEYERS, S.: Messung, Skalenniveaus, Gütekriterien. [http://www.uni-frankfurt.de/fb/fb04/personen/weyerss/SoSe08\\_MeS/10Messung\\_Skalenniveaus.pdf](http://www.uni-frankfurt.de/fb/fb04/personen/weyerss/SoSe08_MeS/10Messung_Skalenniveaus.pdf). Datum des Zugriffs: 18.3.2012.

<sup>56</sup> Vgl. BENESCH, T.; SCHUCH, K.: Basiswissen zu Investition und Finanzierung. S. 169f.

Die folgende Grafik verdeutlicht die einzelnen Arbeitsschritte der Nutzwertanalyse an Hand eines Praxisbeispiels. Zur Anwendung kommt die Additionsregel bei absoluter Skalenfixierung mit einer Bewertungsskala von 1 bis 10 zu vergebenden Punkten:

① Ziel der Entscheidung		Kauf einer Abfüllanlage					
② Unbedingte Anforderungen		1. Preis nicht über 70.000 € 2. Hohe Portionier- und Abdrehschwindigkeit 3. Portioniergenauigkeit					
		Alternativen ⑤					
		Alternative 1		Alternative 2		Alternative 3	
③ Auswahlkriterien	④ Gewichtung	⑥		⑥		⑥	
		Punkte	G x P	Punkte	G x P	Punkte	G x P
Preis, Rabatt	25 %	6	1,5	10	2,5	8	2,0
Maschinenleistung	10 %	8	0,8	7	0,7	8	0,8
Füll-Leistung/h	5 %	6	0,3	6	0,3	8	0,4
Einsetzbarkeit	10 %	6	0,6	4	0,4	10	1,0
Ausbaufähigkeit	5 %	5	0,25	5	0,25	10	0,5
Reinigungs-freundlichkeit	3 %	10	0,3	6	0,18	10	0,3
Design	2 %	10	0,2	5	0,1	8	0,16
...	40 %	...	...	...	...	...	...
<b>Gesamtnutzwert Entscheidung ⑦</b>	100 %	3,95		4,43		5,16 ✓	

Tabelle 3-1: Verdeutlichung der Nutzwertanalyse an Hand eines Beispiels<sup>57</sup>

Als Vorteil der Nutzwertanalyse lässt sich festhalten, dass die Entscheidungsfindung transparent, objektiv und nachvollziehbar gemacht wird, indem sie auf möglichst viele Einzelkriterien heruntergebrochen wird. Zwar erfolgt die Punktevergabe und Gewichtung nach subjektiven Gesichtspunkten, diese Aufgabe kann jedoch simultan von mehreren Entscheidungsträgern durchgeführt werden, um die Ergebnisse vergleichen zu können. Ein Kritikpunkt liegt in der zeitaufwändigen Datenerhebung, jedoch ist dieser Aufwand nicht vergebens.

Die Vorgehensweise bei der Nutzwertanalyse ähnelt dem in Kapitel 3.1 entwickelten Ablaufplan zur Auswahl der optimalen Baumaschine, allerdings ist letzterer konkret auf die Beschaffung einer Baumaschine abgestimmt, schließt die Kosten mit ein und ist generell etwas umfassender. Sogesehen ist die Nutzwertanalyse ein immanenter, wesentlicher Bestandteil des entwickelten Ablaufplans.

<sup>57</sup> i. A. an BENESCH, T.; SCHUCH, K.: Basiswissen zu Investition und Finanzierung. S. 171.

Für die Bewertung der monetär schwer erfassbaren Auswahlkriterien wird in dieser Arbeit die sogenannte **Entscheidungsmatrix** nach *Hofstadler* herangezogen, die auf dem System der Nutzwertanalyse basiert und nun vorgestellt werden soll.

### 3.3.1.2 Entscheidungsmatrix nach Hofstadler<sup>58</sup>

Die Entscheidungsmatrix nach *Hofstadler* stellt eine spezielle Form der Nutzwertanalyse dar und wurde ursprünglich für den Verfahrensvergleich von Schalungssystemen entwickelt. Durch die gute Anpassungsfähigkeit lässt sich dieses Excel-Programm allerdings leicht für andere Aufgaben adaptieren, so auch für den Vergleich von Baumaschinen (die konkrete Umsetzung erfolgt in Kapitel 5).

Die für die Bewertung relevanten Auswahlkriterien werden in zwei Gruppen eingeteilt, und zwar in **Ausscheidungskriterien** (KO-Kriterien) und **baubetriebliche** bzw. **bauwirtschaftliche** Kriterien. Diese beiden Kriterienblöcke werden getrennt bewertet, wobei mit den Ausscheidungskriterien begonnen wird. Vorab werden die relevanten Kriterien aus einem Kriterienkatalog ausgewählt und gewichtet, anschließend können die Kriterien mit Punkten von 0 bis 5 bewertet werden, wobei der Wert 5 der höchsten Punktzahl entspricht. Dies entspricht der Additionsregel bei absoluter Skalenfixierung mit einer Bewertungsskala von 0 bis 5 Punkten. Für die Ausscheidungskriterien ist dabei zu beachten, dass deren Nichterfüllung (sprich Bewertung mit dem Wert 0) zum Ausschluss der Alternative führt. Die Summe der Punkte (Nutzwerte) der beiden Kriteriengruppen kann gegebenenfalls mit einem Risikofaktor multipliziert werden, der eine abschließende Risikobewertung ermöglicht. Anhand der Endpunktzahl (Gesamtnutzwert) kann schließlich die Rangordnung der Alternativen abgelesen werden, die als Entscheidungsgrundlage dient.

Für die Entscheidungsmatrix gelten dieselben Vor- und Nachteile, die bereits für die Nutzwertanalyse erläutert wurden. Auch hier kann die mangelnde Objektivierbarkeit durch den Einsatz von Bewertungsteams oder mittels einer **Sensitivitätsanalyse** ausgeglichen werden.

Bei einer Sensitivitätsanalyse (auch *Sensibilitäts-*, *Empfindlichkeitsanalyse*) wird versucht, durch Variation der Eingangsdaten deren Auswirkungen auf das Ergebnis festzustellen. In der Investitionsrechnung sollen mit einer Sensitivitätsanalyse beispielsweise kritische Werte für die Nutzungsdauer, den Zahlungsrückfluß oder den Zinsatz ermittelt werden, für die die Investition gerade noch rentabel ist.<sup>59</sup>

<sup>58</sup> HOFSTADLER, C.: Schararbeiten: Technologische Grundlagen, Sichtbeton, Systemauswahl, Ablaufplanung, Logistik und Kalkulation. S. 346ff.

<sup>59</sup> Vgl. SCHEUCH, F.: Allgemeine Betriebswirtschaftslehre. S. 263.

Bezogen auf die Bewertung der Kriterien mittels einer Entscheidungsmatrix (bzw. Nutzwertanalyse) besteht insbesondere bei der **Gewichtung** der Kriterien ein großer **Spielraum für Variationen**.

Entscheidungsmatrix										
Kriterien			Gewichtung		Verfahren/System					
			4	5	Verfahren A		Verfahren B		Verfahren C	
1	2	3	Gesamt [%]	Einzel [%]	Punkte	Gesamt	Punkte	Gesamt	Punkte	Gesamt
Ausscheidungskriterien	Ästhetische Kriterien	Kriterium 1	15	50	1	0,075	1	0,075	0	0
		Kriterium 2		30	1	0,045	1	0,045	1	0,045
		Kriterium 3		10	2	0,03	2	0,03	2	0,03
		Kriterium 4		5	2	0,015	2	0,015	2	0,015
		Kriterium i		5	2	0,015	2	0,015	2	0,015
	Punkteanzahl - Teilkriterium			100		0,18		0,18		0,105
	Bauwerks-spezifische Kriterien	Kriterium 1	15	30	2	0,09	2	0,09	5	0,225
		Kriterium 2		30	2	0,09	3	0,135	3	0,135
		Kriterium 3		30	2	0,09	4	0,18	2	0,09
		Kriterium 4		5	2	0,015	2	0,015	2	0,015
		Kriterium i		5	2	0,015	2	0,015	2	0,015
	Punkteanzahl - Teilkriterium			100		0,3		0,435		0,48
	Sicherheits-technische Kriterien	Kriterium 1	15	30	2	0,09	2	0,09	2	0,09
		Kriterium 2		30	2	0,09	2	0,09	2	0,09
		Kriterium 3		30	2	0,09	2	0,09	3	0,135
		Kriterium 4		5	2	0,015	2	0,015	4	0,03
		Kriterium i		5	2	0,015	2	0,015	2	0,015
	Punkteanzahl - Teilkriterium			100		0,3		0,3		0,36
	Technische Kriterien	Kriterium 1	15	30	2	0,09	2	0,09	2	0,09
		Kriterium 2		30	2	0,09	3	0,135	2	0,09
		Kriterium 3		30	2	0,09	5	0,225	2	0,09
		Kriterium 4		5	2	0,015	2	0,015	2	0,015
		Kriterium i		5	2	0,015	2	0,015	2	0,015
	Punkteanzahl - Teilkriterium			100		0,3		0,48		0,3
Umwelt- u. Umweltspezifische Kriterien	Kriterium 1	40	20	2	0,16	2	0,16	2	0,16	
	Kriterium 2		20	2	0,16	2	0,16	2	0,16	
	Kriterium 3		20	2	0,16	2	0,16	2	0,16	
	Kriterium 4		30	2	0,24	2	0,24	2	0,24	
	Kriterium i		10	2	0,08	2	0,08	2	0,08	
Punkteanzahl - Teilkriterium			100		0,8		0,8		0,8	
			100		1,88		2,20		2,05	
<b>Ausscheidungsfaktor:</b> (multiplikativ: 1 alle Kriterien erfüllt, 0 zumindest ein Kriterium nicht erfüllt)					1		1		0	
<b>Punkteanzahl der Ausscheidungskriterien:</b>					1,88		2,20		0,00	
Baubetriebliche u. bauwirtschaftliche Kriterien	Baubetriebliche Kriterien	Kriterium 1	50	50	1	0,25	3	0,75	5	1,25
		Kriterium 2		30	3	0,45	5	0,75	1	0,15
		Kriterium 3		5	5	0,125	2	0,05	3	0,075
		Kriterium 4		5	1	0,025	2	0,05	5	0,125
		Kriterium i		10	2	0,1	2	0,1	2	0,1
	Punkteanzahl - Teilkriterium			100		0,95		1,7		1,7
	Bauwirtschaftliche Kriterien	Kriterium 1	50	50	1	0,25	5	1,25	3	0,75
		Kriterium 2		30	4	0,6	2	0,3	4	0,6
		Kriterium 3		5	3	0,075	2	0,05	5	0,125
		Kriterium 4		10	2	0,1	2	0,1	5	0,25
		Kriterium i		5	2	0,05	2	0,05	3	0,075
	Punkteanzahl - Teilkriterium			100		1,075		1,75		1,8
				100		2,03		3,45		3,50
	<b>Gesamtpunkte Anzahl der Verfahren/Systeme:</b>					3,91		5,65		5,55
<b>Risikofaktor:</b> (multiplikativ: 1 kein erhöhtes Risiko, 0 unüberwindbares Risiko)					1		0,75		0	
<b>Endpunkteanzahl:</b>					3,91		4,23		0	
<b>Entscheidung (Reihenfolge):</b>					2		1		0	

Tabelle 3-2: Entscheidungsmatrix zur Auswahl eines Verfahrens oder Systems<sup>60</sup>

<sup>60</sup> HOFSTADLER, C.: Schararbeiten: Technologische Grundlagen, Sichtbeton, Systemauswahl, Ablaufplanung, Logistik und Kalkulation. S. 348.

Indem die Entscheidungsmatrix bereits bauwirtschaftliche (kalkulatorische) Kriterien bzw. Kosten einfließen lässt, stellt sie eine Erweiterung zur Nutzwertanalyse dar, welche den Kostenaspekt völlig ausblendet. Allerdings muss die Bewertung der kalkulatorischen Größen außerhalb der Entscheidungsmatrix mittels Investitionsrechenmethoden (siehe Kapitel 3.3.2) erfolgen, da diese Thematik sehr komplex ist. Es spricht allerdings nichts dagegen, die Ergebnisse in die Entscheidungsmatrix zu integrieren, um die Alternativen ganzheitlich betrachten zu können. Mitunter muss dazu die Skala der kalkulatorischen Kriterien verändert werden.

Eine andere Möglichkeit, den Nutzwert der Alternativen mit den zugehörigen Kosten in Verbindung zu bringen, eröffnet die Kosten-Wirksamkeits-Analyse:

### 3.3.1.3 Kosten-Wirksamkeits-Analyse (Cost-Effectiveness-Analysis)

Mit dieser Methode wird die Nutzwertanalyse hinsichtlich einer Kostenanalyse erweitert. Die relative Vorteilhaftigkeit eines Objektes wird durch den Quotient aus Gesamtnutzwert und Kostensumme angegeben, wodurch eine Brücke zu den kalkulatorischen Kriterien geschlagen wird:<sup>61</sup>

$$\frac{\text{Nutzwert des Objektes (Summe der erreichten Punkte)}}{\text{Kosten des Objektes (Kostenbarwertsumme des Objektes)}}$$

Die berechneten Werte können als Funktion der Kosten und des Nutzwerts in ein Diagramm eingetragen werden, um die Alternativen grafisch gegenüberstellen zu können:

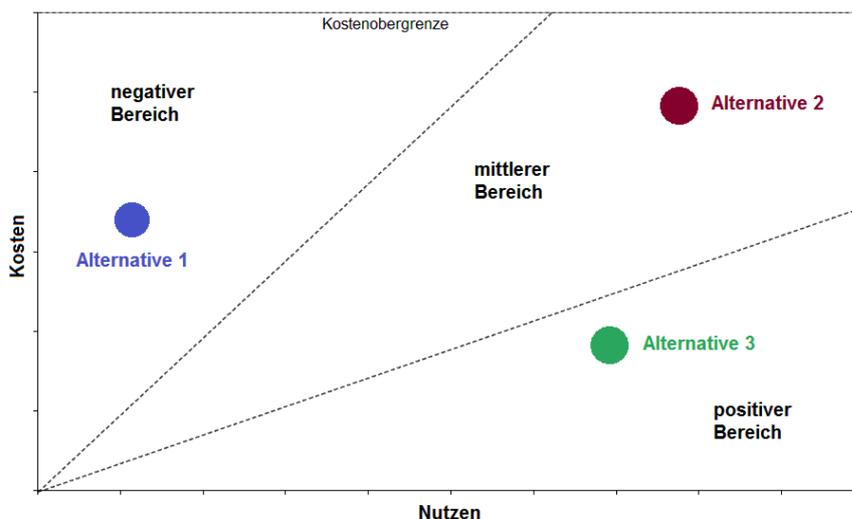


Bild 3-7: Kostenwirksamkeitsanalyse

<sup>61</sup> Vgl. SEICHT, G.: Moderne Kosten- und Leistungsrechnung. S. 303f.

### 3.3.1.4 Kosten-Nutzen-Analyse (Cost-Benefit-Analysis)

Die Kosten-Nutzen-Analyse unterscheidet sich von der Nutzwertanalyse und der Kosten-Wirksamkeits-Analyse dadurch, dass die Kriterien nicht mittels Punkten sondern mittels **Geldeinheiten** bewertet werden. Die Bewertbarkeit aller Nutzen- und Kostenfaktoren mit Geldeinheiten ist für dieses Verfahren Voraussetzung und sicherlich nicht für alle Investitionen realisierbar. Für den Vergleich von Baumaschinen verschiedener Hersteller ist die Kosten-Nutzen-Analyse schwierig anwendbar, da sich beispielsweise zu technischen, Umwelt- oder Sicherheitskriterien kaum äquivalente Geldeinheiten bestimmen lassen. Generell soll mit der Kosten-Nutzen-Analyse der gesamtwirtschaftliche Nutzen maximiert werden. Oft werden Nutzwertanalyse und Kosten-Wirksamkeits-Analyse als Variationen der Kosten-Nutzen-Analyse gesehen.<sup>62</sup>

### 3.3.1.5 Stärken-Schwächen-Analyse, SWOT-Analyse

Eine andere Möglichkeit, leistungsbestimmende Faktoren zu untersuchen und zu bewerten, stellt die Stärken-Schwächen-Analyse (auch *Potentialanalyse*) dar. Dabei wird die Gesamtheit der betrieblichen Faktoren, die die Leistungsfähigkeit eines Unternehmens bestimmen, als „Potential“ betrachtet – vorhandene Potentiale sind *Stärken* und nicht vorhandene Potentiale werden als *Schwächen* interpretiert. Eine Weiterentwicklung der Stärken-Schwächen-Analyse stellt die **SWOT-Analyse**<sup>63</sup> dar, die zusätzlich die Aspekte *Chancen* und *Risiken* ins Spiel bringt.<sup>64</sup> Die beiden Methoden sind der strategischen Planung – also dem Controlling – von Unternehmen zuzuordnen und dienen der Positionsbestimmung und der Entwicklung von Strategien.

Bei der Stärken-Schwächen-Analyse werden in der Regel zwei Zustände direkt gegenübergestellt, indem Zeitvergleiche, Konkurrenzvergleiche oder Vergleiche der kritischen Erfolgsfaktoren durchgeführt werden. Die Stärken-Schwächen-Analyse bildet die Basis für die SWOT-Analyse, deren Ergebnis häufig in Form einer Matrix dargestellt wird (mit den Wertebenen *Stärken* und *Schwächen* sowie *Chancen* und *Risiken*).

Für den Vergleich der monetär schwer erfassbaren Kriterien im Baumaschinenvergleich ist die Anwendung der Stärken-Schwächen-Analyse grundsätzlich denkbar, allerdings können damit sinnvollerweise nur zwei (bzw. wenige) Alternativen gegenübergestellt werden, da die Resultate sonst unübersichtlich werden. Weiters bleibt fraglich, ob aus der Gegen-

<sup>62</sup> Vgl. AHRENS, H.; BASTIAN, K.; MUCHOWSKI, L.: Handbuch Projektsteuerung - Baumanagement. S. 40.

<sup>63</sup> „SWOT“ ist ein Akronym und steht für **S**trengths (Stärken), **W**eaknesses (Schwächen), **O**pportunities (Chancen) und **T**hreats (Gefahren, Risiken). Der Begriff der **SOFT**-Analyse ist als Synonym zu betrachten.

<sup>64</sup> Vgl. BRAMSEMANN, R.: Handbuch Controlling. S. 202ff.

überstellung der Alternativen eine eindeutige Entscheidungsfindung ableitbar ist. Die SWOT-Analyse erscheint für den Baumaschinenvergleich nicht sonderlich geeignet.

Zum besseren Verständnis wird nun eine Stärken-Schwächen-Analyse grafisch dargestellt:

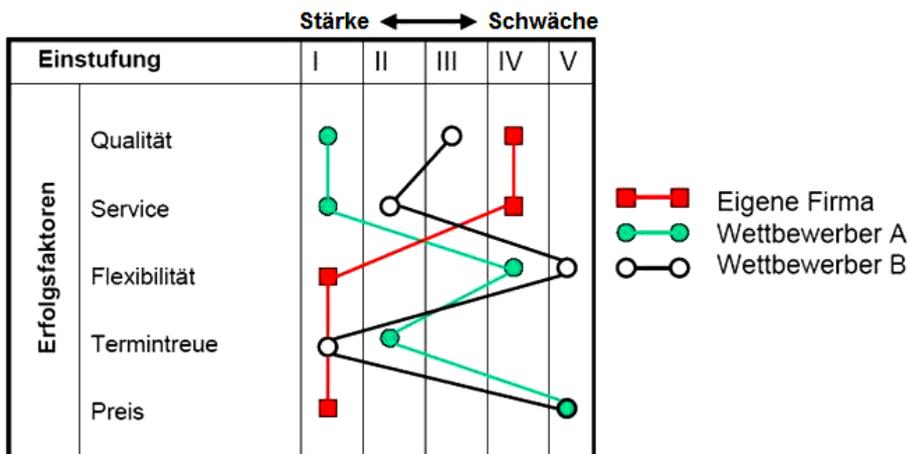


Bild 3-8: Stärken-Schwächen-Analyse<sup>65</sup>

### 3.3.1.6 Entscheidungsbaum- und Zielbaummethode

Zuletzt sollen die Entscheidungs- und Zielbaummethode kurz angesprochen werden.

Ein **Entscheidungsbaum** kommt in der Entscheidungstheorie dann zum Einsatz, wenn im Entscheidungsproblem **verschiedene Zeitpunkte** mitberücksichtigt werden sollen. Entscheidungsbäume dienen also zur Darstellung von Entscheidungsregeln, die hierarchisch nacheinander ablaufende Entscheidungen abbilden sollen. Dies ermöglicht eine bessere Übersichtlichkeit und lässt die Zusammenhänge verschiedener Entscheidungen und deren Auswirkungen erkennen.<sup>66</sup>

Nach *Laux*<sup>67</sup> werden mögliche Entscheidungssituationen zu einem festgelegten Zeitpunkt sowie die Endergebnisse der einzelnen Entscheidungsfolgen mittels *rechteckigen* Knoten dargestellt, *runde* Knoten dagegen repräsentieren die Ungewissheit über die Umweltentwicklung zu einem festgelegten Zeitpunkt.

<sup>65</sup> <http://www.controlling-wiki.com/de/index.php/SWOT-Analyse>. Datum des Zugriffs: 20.3.2012.

<sup>66</sup> Vgl. STADLER, F. X.: Baubetriebliche Anwendung der Zielbaummethode. Diplomarbeit. S. 33ff.

<sup>67</sup> Vgl. LAUX, H.: Entscheidungstheorie. S. 291ff.

Auch der in Kapitel 3.1 entwickelte Ablaufplan zur Auswahl der optimalen Baumaschine basiert auf einem Entscheidungsbaum, allerdings in vereinfachter Form und mit variierten Knotensymbolen.

Mittels Entscheidungsbaum lässt sich auch eine **Nutzwertanalyse** grafisch abbilden, indem die einzelnen Kriterien samt deren Gewichtung und deren Oberbegriffen hierarchisch in einer Baumstruktur abgebildet werden. In diesem Fall laufen die Entscheidungen zwar strenggenommen nicht hierarchisch nacheinander ab, der Systematik tut das allerdings keinen Abbruch. Die folgende Abbildung verdeutlicht diese Vorgehensweise:

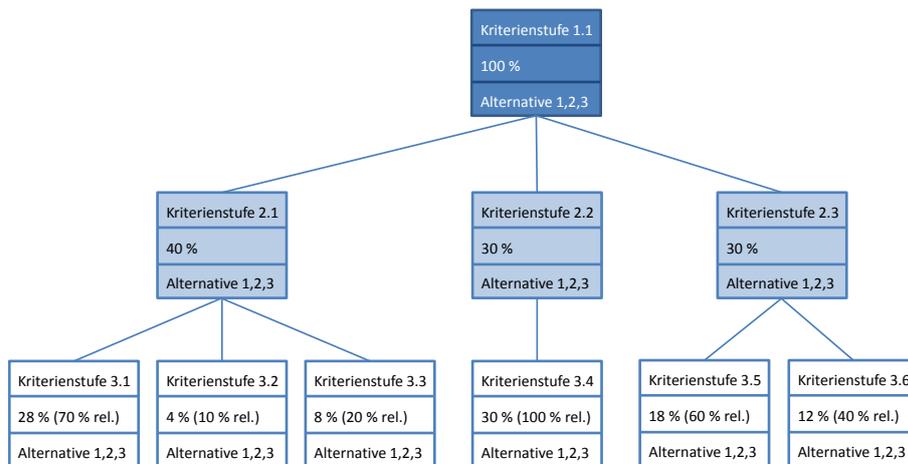


Bild 3-9: Entscheidungsbaum in der Nutzwertanalyse<sup>68</sup>

Die **Zielbaummethode** wiederum basiert auf der Nutzwertanalyse, stellt ein relativ einfach aufgebautes System dar und ähnelt in seiner grafischen Darstellung einer Baumstruktur. Die Vorgehensweise gliedert sich in folgende Schritte:

- Analyse der Zielstruktur: Diese kommt aus der Nutzwertanalyse und teilt das System in mehrere Ebenen (Oberziel, Teil- und Zwischenziele sowie Zielkriterien). Die grafische Darstellung ergibt einen Entscheidungsbaum.
- Gewichtung der Zielfunktion (Gewichtungszahl  $g_i$  in %): Es erfolgt eine Gewichtung der einzelnen Elemente jeder Ebene, die vom Gebrauchs- und Geltungswert des Objektes abhängig ist. Der Gebrauchswert basiert auf der subjektiven Schätzung des bewerteten Objektes hinsichtlich Nutzen und Gebrauchsfunktionen. Der Geltungswert hingegen repräsentiert die Wertschätzung von gestalterischen Merkmalen (Form, Farbe etc.).

<sup>68</sup> i. A. an STADLER, F. X.: Baubetriebliche Anwendung der Zielbaummethode. Diplomarbeit. S. 42.

- Bewertung der Abweichung: In diesem Schritt wird bewertet, wie sehr der Ist-Zustand vom Soll-Zustand abweicht. Dies wird mittels des Abweichungsfaktors  $a_i$  realisiert, der ganzzahlige Werte von 0 bis 10 annehmen kann, wobei 0 den besten Wert darstellt.<sup>69</sup>
- Ermittlung des Minderwertes: Im letzten Schritt wird der Minderwert  $m_i$  aller Zielkriterien als prozentueller Abschlag zum Soll-Zustand berechnet. Dazu wird die Gewichtungszahl mit dem Abweichungsfaktor multipliziert und durch den Faktor 10 dividiert. Das Aufsummieren aller Minderwerte ergibt den Gesamtminderwert.<sup>70</sup>

Die Zielbaumethode wird beispielsweise zur Wertermittlung von Immobilien herangezogen. Für die Bewertung der monetär nicht bzw. nur schwer erfassbaren Kriterien von Baumaschinen erscheint diese Methode aus Sicht des Autors zu umständlich bzw. nicht zielführend.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass sich die **Entscheidungsmatrix** nach *Hofstadler* als bestgeeignetste Methode für den Vergleich der monetär schwer erfassbaren Kriterien von Baumaschinen verschiedener Hersteller herauskristallisiert hat und daher in Kapitel 5 zur Anwendung gelangen wird.

<sup>69</sup> Diese Vorgehensweise geht auf *Aurnhammer* zurück, der ein Verfahren zur Bestimmung von Wertminderungen bei (Bau-)mängeln und (Bau-)schäden entwickelt hat. Siehe AURNHAMMER, H. E.: Verfahren zur Bestimmung von Wertminderungen bei (Bau-)Mängeln und (Bau-)Schäden. In: Baurecht, 5/1978. S. 356ff.

<sup>70</sup> Vgl. STADLER, F. X.: Baubetriebliche Anwendung der Zielbaumethode. Diplomarbeit. S. 43ff.

### 3.3.2 Methoden zur Bewertung der wirtschaftlichen Kriterien – kalkulatorischer Baumaschinenvergleich

Grundsätzlich stellt die Beschaffung einer Baumaschine eine **Investition** dar, die als Verwendung finanzieller Mittel (Kapital) zur Anschaffung von Anlagevermögen definiert ist.<sup>71</sup> Baumaschinen sind Teil des Anlagevermögens, sofern sie nicht gemietet oder geleast werden (in diesem Fall wird die Baumaschine nicht ins Anlagevermögen aufgenommen – die zu bezahlenden Raten werden in der Buchhaltung als Aufwand verbucht).

Da Investitionsentscheidungen in der Wirtschaft zu den wichtigsten Entscheidungen zählen und diese Entscheidungen nicht intuitiv, nach Faustregeln oder alleine aufgrund technischer Kriterien erfolgen sollen, wurden **spezielle Methoden der Investitionsrechnung** entwickelt. Mit diesen Methoden können Investitionsentscheidungen nach gesamtbetrieblichen und wirtschaftlichen Aspekten getroffen werden, weiters wird der Einfluss von Risiko und Unsicherheit auf die Entscheidungsfindung reduziert. Generell werden die vielfältigen Merkmale der Investitionsalternativen zu einem einzigen Merkmal – einer Kennzahl – reduziert, die möglichst aussagekräftig sein soll.<sup>72</sup>

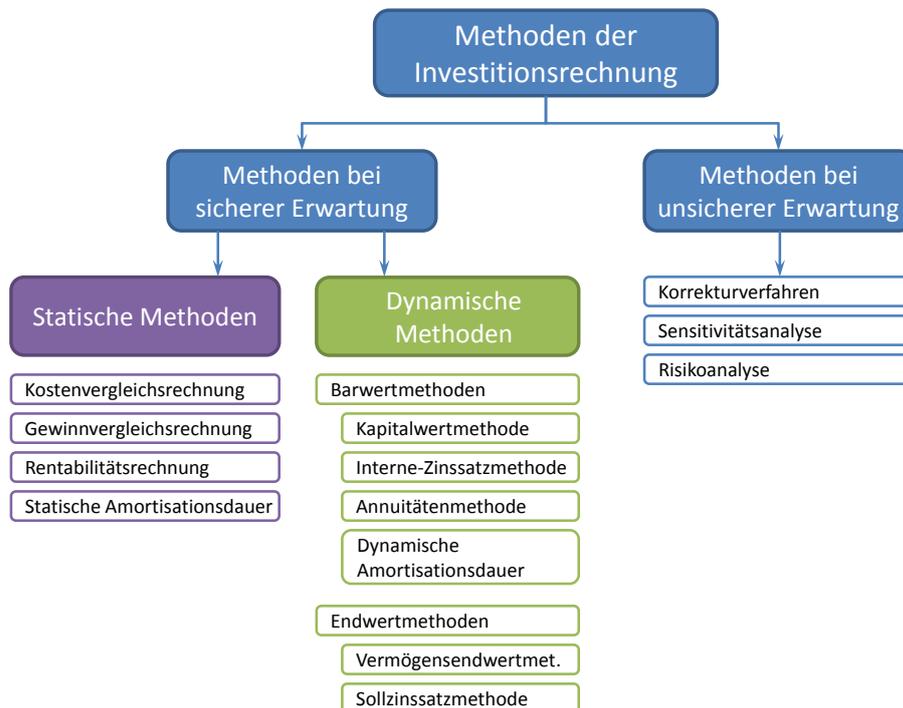


Bild 3-10: Die Methoden der Investitionsrechnung<sup>73</sup>

<sup>71</sup> BAUER, U.: Betriebswirtschaftslehre Bau. Skriptum. S. 7-3.

<sup>72</sup> Vgl. BAUER, U.: Betriebswirtschaftslehre Bau. Skriptum. S. 7-3ff.

<sup>73</sup> Vgl. BAUER, U.: Betriebswirtschaftslehre Bau. Skriptum. S. 7-17.

Die Investitionsrechenmethoden sind vielfältig und je nach Verfügbarkeit der Daten nur teilweise auf die Bewertung der wirtschaftlichen Kriterien zur Auswahl der optimalen Baumaschine anwendbar. Bild 3-10 gibt einen ersten Überblick über diese Methoden.

Bei den Methoden **sicherer Erwartung** wird davon ausgegangen, dass die zugrunde liegenden Daten als relativ sicher angesehen werden können. Völlige Sicherheit kann natürlich nie garantiert werden, schließlich beruhen viele Daten auf Schätzungen und Erwartungswerten.

Die Methoden **unsicherer Erwartung** basieren auf denselben Berechnungsmethoden, allerdings werden die Eingangsdaten entsprechend ihrer Unsicherheit variiert und die daraus resultierenden Auswirkungen auf die Berechnungen bestimmt.<sup>74</sup> Die Sensitivitätsanalyse wurde bereits im vorigen Kapitel vorgestellt (vgl. Entscheidungsmatrix), die anderen Methoden bei unsicherer Erwartung sind an dieser Stelle nicht relevant.

Die **statische Investitionsrechnung** basiert auf Überlegungen der Kosten- und Erfolgsrechnung und wird auch als „klassisches Verfahren“ bezeichnet. Prinzipiell werden hier die wirtschaftlichen Kriterien, die für die gesamte Nutzungsdauer gelten, auf eine durchschnittliche Periode bezogen – üblicherweise auf ein durchschnittliches Nutzungsjahr in Form von Jahresdurchschnittswerten. Aufgrund dieser Vorgehensweise bleibt der zeitliche Aspekt der Zahlungen unberücksichtigt – sprich der exakte Zahlungszeitpunkt.<sup>75</sup> Es macht also rechnerisch keinen Unterschied, ob geplante größere Instandsetzungsarbeiten im 4. oder 5. Nutzungsjahr anfallen, solange die Gesamtsumme der Instandsetzungskosten über die gesamte Nutzungsdauer in beiden Fällen gleich ist (und dadurch der Durchschnittswert der Instandsetzung pro Nutzungsjahr). In der Nichtberücksichtigung des Zahlungszeitpunkts liegt auch ein großer Kritikpunkt an diesen Methoden. Als Ziel der statischen Investitionsrechnung lässt sich die Ermittlung von kalkulatorischen Größen (Kosten, Gewinn, Rentabilität, Amortisationszeit) definieren.

Die **dynamischen Methoden** vermeiden die Bildung von Durchschnittswerten, stattdessen wird der exakte Zahlungszeitpunkt über die gesamte Nutzungsdauer betrachtet. Folglich müssen die gesamten Zahlungsströme (der Cash-Flow) über die Nutzungsdauer bekannt sein, d.h. die in den einzelnen Perioden tatsächlich geleisteten Einnahmen (bare Erträge) und Ausgaben (bare Aufwendungen). Diese Zahlungsströme werden mit Hilfe der finanzmathematischen Zinseszinsmethode auf- und abgezinst.<sup>76</sup>

<sup>74</sup> Vgl. VEIT, P.: Betriebswirtschaftslehre - Bau - Kostenrechnung, Investition. Skriptum. S. 111ff.

<sup>75</sup> Vgl. BAUER, U.: Betriebswirtschaftslehre Bau. Skriptum. S. 18f.

<sup>76</sup> Vgl. BAUER, U.: Betriebswirtschaftslehre Bau. Skriptum. S. 32.

Es folgt eine Gegenüberstellung der wesentlichen Unterschiede:

Statische Verfahren	Dynamische Verfahren
Kalkulatorische Größen	Zahlungsströme (Cash-Flow): Einnahmen, Ausgaben
Zahlungszeitpunkt wird nicht berücksichtigt	Zahlungszeitpunkt wird berücksichtigt (Verzinsung mittels Zinseszinsrechnung)
Bildung von Durchschnittswerten (üblicherweise Jahresdurchschnittswerte)	Gesamte Nutzungsdauer wird betrachtet

Tabelle 3-3: Wesentliche Unterschiede zwischen statischen und dynamischen Investitionsrechenverfahren<sup>77</sup>

Nun werden die einzelnen Verfahren näher betrachtet.

### 3.3.2.1 Kostenvergleichsrechnung (statisch)<sup>78</sup>

Bei der Kostenvergleichsrechnung wird eine differenzierte Kostenartenrechnung durchgeführt, d.h. es werden die durchschnittlich anfallenden Kosten („Periodenkosten“) der verschiedenen Investitionsalternativen gegenübergestellt. Wird auch die Leistung der Investitionsalternativen mit einbezogen, spricht man von einem Vergleich der „Leistungskosten“.

Die zu vergleichenden Kosten unterscheiden sich in ihrer Art und können in **Kapital-** und **Betriebskosten** eingeteilt werden. Zu ersteren zählen die kalkulatorische Abschreibung, kalkulatorische Zinsen, Versicherungen und Wagnisse, zu den Betriebskosten zählen Personal-, Material-, Werkzeug-, Hilfs- und Betriebsstoffkosten, Energie-, Instandhaltungs- und sonstige Kosten.

Die Beurteilung erfolgt im Falle von Erweiterungs- und Ersatzinvestitionen über die Höhe der anfallenden Kosten, im Falle von Rationalisierungsinvestitionen über die Höhe der Kostenersparnis. Allerdings ist sogleich anzumerken, dass die Kosten nicht in Relation zur Höhe des jeweils nötigen Kapitaleinsatzes gesetzt werden, außerdem bleiben bei dieser Methode die zukünftigen Erträge, die der Investition zuzuordnen sind, völlig unberücksichtigt. Demzufolge ist die Anwendung der Kostenvergleichsrechnung folgenden Prämissen unterworfen:

- Die Kostenvergleichsrechnung arbeitet mit Durchschnittswerten (durchschnittliche Beschäftigung und Kosten), d.h. es wird von einer typischen oder gleichen Leistung ausgegangen.

<sup>77</sup> Vgl. BAUER, U.: Betriebswirtschaftslehre Bau. Skriptum. S. 32.

<sup>78</sup> Vgl. BAUER, U.: Betriebswirtschaftslehre Bau. Skriptum. S. 7-19ff.

- Die Stückerträge der Investitionsalternativen sind gleich hoch, brauchen aber nicht bekannt zu sein.
- Zeitliche Unterschiede im Anfallen der Kosten bleiben unberücksichtigt.
- Diese Methode ist nur zur Auswahl zwischen alternativen Investitionsprojekten geeignet, da nur „relative“ Unterschiede zwischen den Alternativen bestimmt werden, eine Beurteilung der Wirtschaftlichkeit der Investition an sich ist nicht möglich.

Für den Vergleich von Baumaschinen verschiedener Hersteller stellen diese Voraussetzungen kein Hindernis dar, vielmehr entspricht die letzte Bedingung genau dem vorgesehenen Zweck. Allerdings muss die Rechtfertigung der Investition bereits anderwärtig erfolgt sein oder feststehen, da mit der Kostenvergleichsrechnung diesbezüglich keine Aussage getroffen werden kann. Besteht der Bedarf an einer bestimmten Baumaschinengattung – beispielsweise durch einen projektabhängigen Beschaffungsvorgang, der durch ein konkretes Bauverfahren ausgelöst wird (siehe dazu Kapitel 2.2.2) – erweist sich diese Methode als sehr sinnvoll. Damit können die wirtschaftlichen Kriterien der Kaufalternativen gut gegenübergestellt werden, die zu erwirtschaftenden Erträge sind hierfür irrelevant.

Möchte man jedoch bestimmen, ob die Beschaffung einer Baumaschine wirtschaftlich vertretbar ist bzw. welche Erträge pro Jahr (Monat) erwirtschaftet werden müssen, um die Investition zu rechtfertigen, muss auf andere Methoden zurückgegriffen werden – beispielsweise auf solche der dynamischen Investitionsrechnung.

Die Grenzen der Kostenvergleichsrechnung sind auch erreicht, wenn die periodisierten Durchschnittskosten zu ungenau erscheinen, beispielsweise weil Wartungskosten mit dem Alter einer Baumaschine zunehmen und nicht über die gesamte Nutzungsdauer „verschmiert“ werden sollten. In diesem Fall müssen die Kosten der gesamten Nutzungsdauer der Baumaschine mittels **Life Cycle Costs (Lebenszykluskosten)** bestimmt werden, deren Berechnung zumeist die Barwertmethoden der dynamischen Investitionsrechnung zugrunde liegen. Auf diese Thematik wird in Kapitel 3.3.2.11 näher eingegangen.

Sofern die beiden letztgenannten Bedingungen nicht zutreffen, stellt die Kostenvergleichsrechnung eine gute Methode dar, um mehrere Investitionsalternativen gegenüberzustellen und diejenige herauszufiltern, die die geringsten Kosten verursacht.

Es folgt eine Darstellung der Struktur der Kostenvergleichsrechnung inklusive deren **Entscheidungsstufen**. Letztere ermöglichen es, die Kosten auf dreierlei Arten zu vergleichen.

• **Stufe 1 – Gesamtkostenvergleich**

Dieser entspricht der 1. Entscheidungsstufe in Bild 3-11 und stellt die Gesamtkosten der Investitionsalternativen einer Periode (beispielsweise in €/Jahr) gegenüber, wobei ein Kostenminimum anzustreben ist, sprich bei  $K_{Ges,A} < K_{Ges,B}$  fällt die Entscheidung zugunsten der Variante A aus.

GRUNDLAGEN	KOSTENARTENGLIEDERUNG	Projekt A [€/Jahr]	Projekt B [€/Jahr]
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Wirtschaftliche Kriterien</u></li> <li>- Investitionsausgaben</li> <li>- Subventionen</li> <li>- Liquidationserlöse</li> <li>- Nutzungsdauer</li> <li>- Verzinsung</li> </ul>	① <u>Kapitalkosten</u> kalk. Abschreibung kalk. Zinsen Versicherungen, Wagnisse	ak $Z_k$	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Technische Kriterien</u></li> <li>• <u>Soziale Kriterien</u></li> </ul>	② <u>Betriebskosten</u> Personalkosten Material- und Abfallkosten spez. Werkzeugkosten Hilfs- und Betriebsstoffkosten Energiekosten Instandhaltungskosten sonstige Kosten (Umlagen BAB)		
• gleiche Produktionsmengen	Gesamtkosten pro Nutzungsperiode	$K_{gesA}$	$K_{gesB}$
I. Entscheidungsstufe	Entscheidung für $K_{ges}$ MINIMUM		
• unterschiedliche Produktionsmenge	Leistungseinheiten [Std./Jahr], [Stück./Jahr], [t./Jahr]	$X_A$	$X_B$
	Kosten pro Leistungseinheit [€/Std.], [€/Stück], [€/t]	$k_{gesA} = \frac{K_{gesA}}{X_A}$	$k_{gesB} = \frac{K_{gesB}}{X_B}$
2. Entscheidungsstufe	Entscheidung für $k_{ges}$ MINIMUM		

Bild 3-11: Struktur der Kostenvergleichsrechnung<sup>79</sup>

Bei der Berechnung der Gesamtkosten müssen die einzelnen Kostenarten nach ihrer Struktur in **Fixkosten** (Strukturkosten) und **Variable Kosten** (Produktionskosten) unterteilt werden (vgl. dazu den „Kostenwürfel“ nach *Deyhle*<sup>80</sup>). Fixkosten fallen in einer Rechnungsperiode für die Bereitstellung von Potentialfaktoren an – sprich für die bereitgestellte Kapazität und die herrschende Leistungsbereitschaft. Dabei ist wesentlich, dass diese Kosten nicht vom Ausmaß der Nutzung der bereitgestellten Potentialfaktoren (d.h. der Beschäftigung) abhängen. Zu den fixen Kosten zählen beispielsweise die kalkulatorische Abschreibung und die kalkulatorische Verzinsung. **Variable Kosten** ergeben sich im Vergleich dazu auf Grund der Leistungserstellung und sind von der Beschäf-

<sup>79</sup> BAUER, U.: Betriebswirtschaftslehre Bau. Skriptum. S. 7-20.

<sup>80</sup> DEYHLE, A.: Controller Handbuch, Bd. III. S. 169.

tigung abhängig. Eine Abnahme der Beschäftigung führt somit zu geringeren variablen Kosten. Zu den variablen Kosten zählen beispielsweise die Energie- oder Betriebsstoffkosten.<sup>81</sup>

Zur Bestimmung der Gesamtkosten einer Periode (z.B. für ein Jahr) muss von einer durchschnittlichen **Beschäftigung** ausgegangen werden, um die variablen Kosten auf die Periode hochrechnen zu können. Die Beschäftigung entspricht dem Umfang der genutzten Leistungsfähigkeit eines Bereichs und kann prozentuell als Beschäftigungsgrad (Quotient aus Istbeschäftigung und Kapazität bzw. Vorhaltemonaten und Nutzungsdauer für Baumaschinen) oder mittels einer Produkteinheit als Bezugsgröße angegeben werden (z.B. Leistungsmenge, Produktionsmenge, Betriebs-, Beistellungsstunden, Leistungsgrad).<sup>82</sup> Auch der Begriff „Auslastung“ wird oft als Synonym verwendet, allerdings ist dieser unscharf und sollte vermieden werden. Generell ist in der Wahl der durchschnittlichen Beschäftigung ein großer Spielraum impliziert, der die Höhe der variablen Kosten stark beeinflusst.

Um aus der Gegenüberstellung der Gesamtkosten brauchbare Ergebnisse gewinnen zu können, werden gleiche Produktions- bzw. Leistungsmengen sowie Absatzpreise der Alternativen vorausgesetzt. Da die erste Voraussetzung in der Praxis kaum gegeben ist, wird in Stufe 2 die Leistung einbezogen.

- **Stufe 2 – Leistungskostenvergleich**

In Stufe 2 werden unterschiedliche Produktions- bzw. Leistungsmengen der Alternativen einbezogen, beispielsweise die erzielbaren Stück/Jahr, t/Jahr oder m<sup>3</sup>/Jahr. Damit können aus den Gesamtkosten die **Kosten pro Leistungseinheit** bzw. „**Stückkosten**“ (z.B. €/Stück, €/t, €/m<sup>3</sup>) berechnet werden. Es ist jedoch nicht immer zweckmäßig, dabei von den Gesamtkosten *pro Jahr* auszugehen.

Beim Kalkulationsblatt K6E, das der Berechnung von Gerätekosten dient (siehe unten), werden die Fixkosten beispielsweise pro Monat erfasst, durch Annahme von durchschnittlichen Beistellungs- bzw. Vorhaltestunden pro Monat (Beschäftigung) auf Beistellkosten pro Stunde umgerechnet und dann mit den variablen Kosten, die ebenfalls pro Stunde anzugeben sind, aufsummiert. Durch Einbeziehen der Leistung der Baumaschine (z.B. m<sup>3</sup>/h, m<sup>2</sup>/h, t/h) können dann die sogenannten **Gerätekosten pro Verrechnungseinheit** bestimmt werden (z.B. €/m<sup>3</sup>, €/m<sup>2</sup>, €/t).

<sup>81</sup> Vgl. BAUER, U.: Kosten- und Erfolgsrechnung. Skriptum. S. 2-7.

<sup>82</sup> Vgl. [http://de.wikipedia.org/wiki/Besch%C3%A4ftigung\\_\(Kostenrechnung\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Besch%C3%A4ftigung_(Kostenrechnung)). Datum des Zugriffs: 9.3.2012.

Als besonders wichtig erweist sich bei dieser Vorgehensweise die Festlegung der Beschäftigung in Form der **durchschnittlichen Stunden/Monat**, da von der Höhe dieses Wertes abhängt, wie stark die Fixkosten auf die Gerätekosten als Kostenträger umgelegt werden, d.h. wie hoch die ermittelten anteilmäßigen „Stückfixkosten“ sind. Man spricht in diesem Zusammenhang von der sogenannten **„Fixkostendegression“**, d.h. die **Stückfixkosten nehmen mit zunehmender Beschäftigung ab**.<sup>83</sup> Die folgende Abbildung verdeutlicht diesen Zusammenhang:

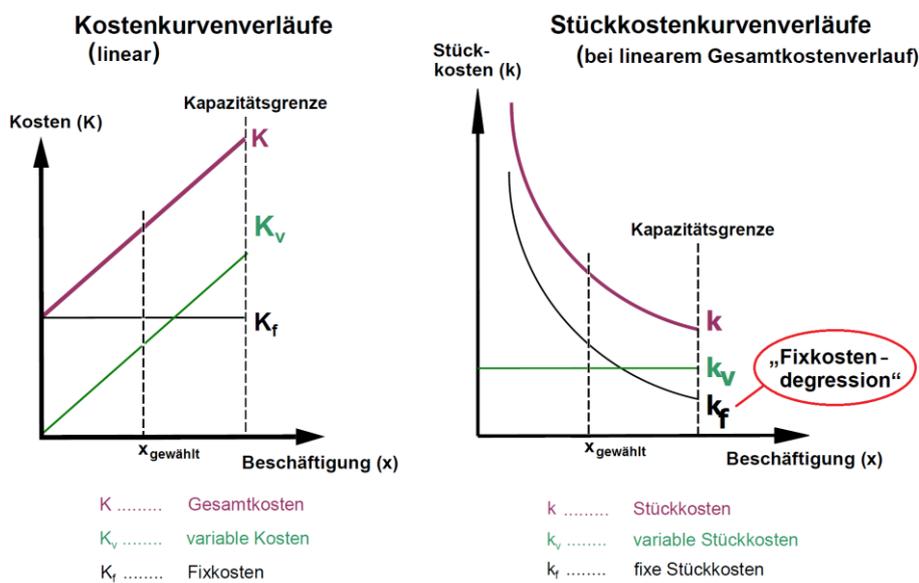
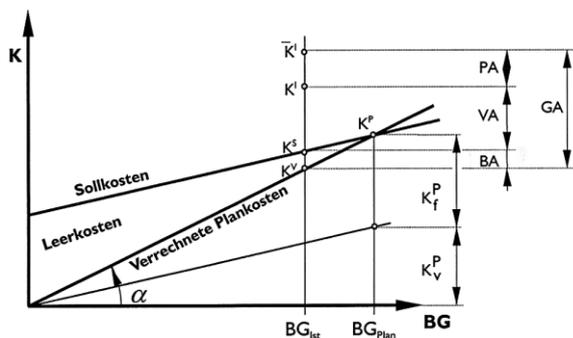


Bild 3-12: Lineare (proportionale) Kostenkurvenverläufe inklusive Fixkostendegression<sup>84</sup>

<sup>83</sup> Diese Thematik findet sich auch bei der starren Plankostenrechnung wieder, die aus der Betriebswirtschaftslehre stammt und mit der KE6-Kalkulation prinzipiell vergleichbar ist. Bei der Berechnung der durchschnittlichen Plankosten pro Bezugsgröße wird dabei von einer konkreten „Plan-Beschäftigung“ ausgegangen. Ergibt sich bei der nachträglichen Berechnung der tatsächlich angefallenen Kosten eine geringere „Ist-Beschäftigung“ als ursprünglich angenommen, bleibt ein Teil der Fixkosten auf Grund der Fixkostendegression ungedeckt und es entstehen sogenannte „Leerkosten“, die im Zuge einer Abweichungsanalyse als „Beschäftigungsabweichung“ bezeichnet werden. Würde man neben den Plankosten für einen Planbeschäftigungsgrad auch die Sollkosten für andere Beschäftigungsgrade ermitteln, spricht man von einer flexiblen Plankostenrechnung. Quelle: BAUER, U.: Kosten- und Erfolgsrechnung. Skriptum. S. 4-12ff.



<sup>84</sup> Vgl. BAUER, U.; PFLEGER, P.: Betriebswirtschaftslehre Übungen - Teil Kosten- und Erfolgsrechnung. Präsentation. S. 11f.

Vergleicht man nun die Leistungskosten mehrerer Investitionsalternativen miteinander, ist für eine Variante mit hohem Fixkostenanteil die Umrechnung mit einer hohen Beschäftigung vorteilhaft, da sich dadurch geringe Stückfixkosten und in weiterer Folge geringe Leistungskosten ergeben. War die Beschäftigung aber bei der Kalkulation bzw. beim Vergleich von Investitionsalternativen zu hoch angesetzt und kann in der Praxis nicht erreicht werden, wird sich diese Variante hinsichtlich der Leistungskosten als teurer herausstellen als ursprünglich angenommen. Dies kann zu Fehlentscheidungen bei der Gegenüberstellung von Alternativen führen! Daher werden in der dritten Stufe die **Kostenfunktionen** in die Berechnung einbezogen, um die sogenannte „**kritische Leistungsmenge**“ bestimmen zu können.

• **Stufe 3 – Kostenfunktionsvergleich**

Diese Stufe verfeinert den Leistungskostenvergleich hinsichtlich der Einbeziehung von Kostenfunktionen, die die Kosten in Abhängigkeit von der Beschäftigung darstellen. Dadurch kann die „kritische Leistungsmenge“ (bzw. Beschäftigungsgrad) für Investitionen berechnet werden. Zur Ermittlung dieses Wertes werden die Gesamtkosten oder Stückkosten aller Alternativen in Abhängigkeit von der Beschäftigung grafisch oder rechnerisch gegenübergestellt. Bild 3-13 zeigt die grafische Variante.

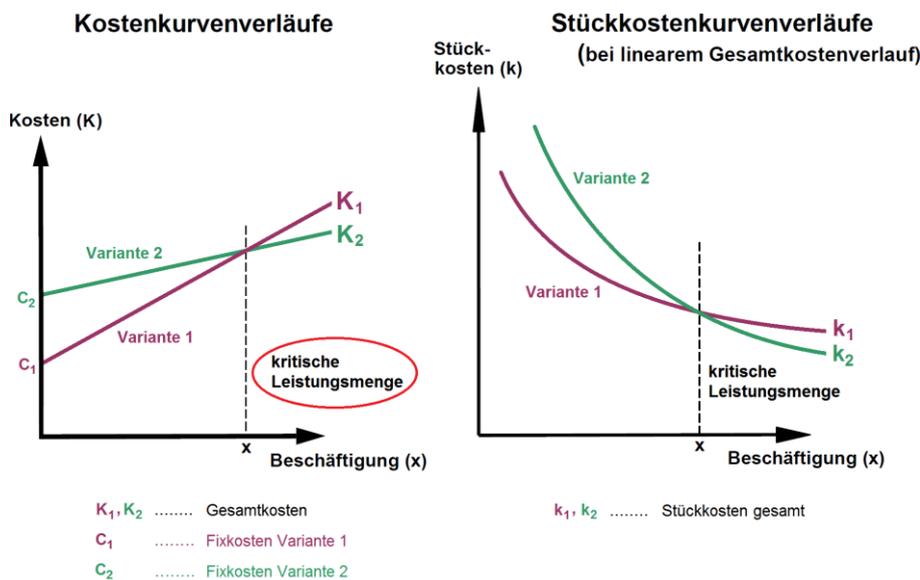


Bild 3-13: Ermittlung der kritischen Leistungsmenge<sup>85</sup>

<sup>85</sup> i. A. an BAUER, H.: Baubetrieb 2 - Bauablauf, Kosten, Störungen. S. 620ff.

Schneiden sich die Kostenverläufe der Alternativen in einem oder mehreren Punkten, so gilt es die kritische Leistungsmenge zu beachten. Die Berechnung der Leistungsmenge erfolgt durch Aufstellen und Gleichsetzen der Kostengleichungen. In dem gezeigten Beispiel verursacht Variante 2 ab einer Leistungsmenge  $x$  (bzw. Beschäftigung  $x$ ) geringere Kosten als Variante 1 und ist zu bevorzugen, bei einer geringeren Beschäftigung ist es umgekehrt. Folglich ist die zu Grunde liegende durchschnittliche Beschäftigung ein wesentliches Element der Kostenvergleichsrechnung und sollte nicht voreilig festgelegt werden, um verfälschte Ergebnisse zu vermeiden. Dieser Sachverhalt gilt natürlich analog auch für die Kostenträgerkalkulation zur Ermittlung der (Angebots-)Einheitspreise, doch das sei hier nur am Rande erwähnt.

### Kostenvergleichsrechnung mittels K6E-Blatt:

Eine ähnlich der Kostenvergleichsrechnung aufgebaute Kalkulation stellt das vom Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft der TU Graz entwickelte **Kalkulationsblatt K6E** dar, das es ermöglicht, für ein Einzelkostengerät bzw. eine Gerätegruppe die Kosten pro Beistellungs- bzw. Betriebsstunde oder pro Leistungseinheit (z.B. pro  $m^3$  oder pro t) zu ermitteln. Dieses Kalkulationsblatt wurde in Anlehnung des in ÖNORM B 2061 enthaltenen K6-Blattes weiterentwickelt, das der Ermittlung des Gerätepreises für Vorhaltegeräte dient. Zwar besteht die Grundintention des K6E-Blattes in der Berechnung von Verrechnungspreisen im Sinne einer Kostenträgerrechnung, jedoch lässt sich diese Kalkulation ebenso zum Vergleich der wirtschaftlichen Kriterien bei der Auswahl der optimalen Baumaschine umfunktionieren.

Im K6E-Blatt finden alle zur Berechnung der Einzelgerätekosten notwendigen Daten Eingang, und zwar die fixen **Gerätebeistellkosten** ( $A+V$  = Abschreibung und Verzinsung, Rep. = Reparaturkosten) und die variablen **Betriebskosten**, bestehend aus den **Bedienungskosten** (Kosten des Gerätefahrers und die Wartungskosten des Gerätes, da das Reparaturentgelt diese nicht umfasst), den **Betriebsstoffkosten** (diese hängen von der Art des Einsatzes und dem Alter des Gerätes ab) sowie den diversen **sonstigen Kosten** (Kosten für Verschleißteile und anteilige Geräteversicherungen und Steuern).<sup>86</sup>

Die eingegebenen Daten lassen sich im K6E-Blatt auf verschiedene Weise auswerten. Aus den Gerätebeistellkosten werden zuerst die

- **Beistellkosten/Vorhaltemonat** [€/Monat] bzw.

<sup>86</sup> NÖSTLTHALLER, R.: Heft 19 - Handbuch zu den Kalkulationsformblättern (Excel) der ÖN B 2061. Schriftenreihe. S. 51ff.

- **Beistellkosten/Stunde** [€/Std.] ermittelt. Hier ist auf eine adäquate Wahl der zu Grunde gelegten Beschäftigung pro Vorhaltemonat zu achten. Stammen die prozentuellen monatlichen Sätze für A+V bzw. Reparatur aus der ÖBGL, ist von den dort definierten **170 Vorhaltestunden** pro Vorhaltemonat auszugehen. Für Vorhaltegeräte, die über zeitabhängige Positionen abgerechnet werden, ist diese Vorgehensweise ideal. Für die Berechnung der Leistungskosten von Einzelkostengeräten, die nach der Leistung abgerechnet werden, ist der Ansatz von 170 Stunden zu hinterfragen, da sich sowohl die Betriebskosten als auch die zur Kalkulation herangezogene **technische Nutzleistung  $Q_N$**  auf die Betriebs- und nicht die Vorhaltezeit beziehen! Vergleiche dazu Bild 4-4 in Kapitel 4.1.1. Bei Nichterreichen von 170 Betriebsstunden entstehen also Leerkosten. *Raaber*<sup>87</sup> erläutert in diesem Zusammenhang, dass die ÖBGL in ihren Zahlenangaben nicht berücksichtigt, wieviele Betriebsstunden ein Gerät während eines Vorhaltemonats auf der Baustelle erbringt bzw. welche Betriebsstundenanzahl je Vorhaltemonat den Werten zugrunde gelegt wird. Er erklärt weiter, dass der Geräteausschuss der VIBÖ als Verfasser der ÖBGL die Einsatzstunden (die Arbeitszeit) aber aus Erfahrung mit durchschnittlich etwa 75 % der Vorhaltezeit annimmt, was ca. **128 Stunden** pro Monat entspräche. Alternativ schlägt *Raaber* vor, die Abschreibung auf die kompletten Betriebsstunden der Baumaschine umzulegen, d.h. als variable Kosten zu verrechnen. In diesem Zusammenhang darf auch nicht außer Acht gelassen werden, ob die Baustelle im **Ein-, Zwei- oder sogar Dreischichtbetrieb** läuft. Dies beeinflusst die Höhe der Vorhalte- bzw. Betriebsstunden pro Monat erheblich. Abschließend bleibt festzuhalten, dass in der Praxis häufig von 170 Vorhaltestunden pro Monat ausgegangen und stattdessen der Abminderungsfaktor für A+V variiert wird. Da es für eine innerbetriebliche Kostenrechnung keine strengen Vorschriften geben kann, sind diese Überlegungen nicht abschließend und die zu Grunde gelegten Vorhaltestunden pro Monat können auch als Stellschraube für die Kalkulation betrachtet werden.

Durch Einbeziehung der **Betriebskosten** pro Betriebsstunde (Betriebsstoff-, Bedienungs- und sonstige Kosten) ergeben sich die

- Gerätekosten/Stunde, sprich der **Gerätestundensatz [€/Std.]**

<sup>87</sup> RAABER, N.: Heft 12 - Beitrag zur Ermittlung von Baugerätekosten. Schriftenreihe. S. 43ff.

Bezieht man im nächsten Schritt die Leistung der Baumaschine (technische Nutzleistung  $Q_N$ ) in die Kalkulation mit ein, erhält man die Gerätekosten pro Leistungseinheit bzw. „Verrechnungseinheit“. Der Einfluss der Leistung auf die Gerätekosten pro Verrechnungseinheit ist signifikant, da alle Kostenfaktoren durch den Leistungswert dividiert werden:

- **Gerätekosten/Verrechnungseinheit** [€/VE, z.B. €/m<sup>3</sup>]

All diese Kosten werden in Lohn-, Stoff- und Gerätekostenanteile aufgesplittet und bilden eine gute Basis, um die wirtschaftlichen Kriterien verschiedener Baumaschinen gegenüberstellen zu können. Es bleibt allerdings zu bedenken, dass die Kalkulation nur so aussagekräftig ist wie die ihr zugrunde liegenden Daten. Wird beispielsweise für die Reparatur der Wert aus der ÖBGL eingesetzt, der die Reparatur als prozentuellen Anteil zum mittleren Neuwert des Gerätes angibt, reduziert sich die Aussagekraft der Kalkulation. In diesem Fall fließt in die Beistellkosten eigentlich nur der Anschaffungswert des Gerätes ein, da auch Abschreibung und Verzinsung im Verhältnis zum mittleren Neuwert des Gerätes (Anschaffungswert) angegeben werden. Es ist daher wünschenswert, konkrete Angaben zu den Reparaturkosten aus der Buchhaltung der Baufirma abzuleiten oder gegebenenfalls bei den Baumaschinenherstellern zu erfragen. Es besteht auch die Möglichkeit, die aus der ÖBGL stammenden Werte abzumindern, um qualitative Unterschiede der verschiedenen Baumaschinen zu berücksichtigen.

Im letzten Schritt werden im K6E-Blatt aus den Gerätekosten durch Multiplikation mit Zuschlagsätzen die **Geräte- bzw. Einheitspreise** ermittelt. Die Zuschlagsätze decken den Overhead des Bauunternehmens ab – also Geschäftsgemeinkosten, Bauzinsen, Wagnis, Gewinn u. Ä. Da diese Zuschlagsätze aber für alle Baumaschinen gleich sind, haben die ermittelten Geräte- bzw. Einheitspreise keine besondere Aussagekraft für den Vergleich von Baumaschinen verschiedener Hersteller.

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass die KE6-Kalkulation sehr rasch für mehrere potentielle Baumaschinenalternativen durchgeführt werden kann und die dadurch ermittelten Gerätekosten gut miteinander verglichen werden können. Eine nähere Beschreibung der dafür benötigten Daten und deren Quellen folgt in Kapitel 4.1.

Als Kritikpunkt des K6E-Blattes bzw. der Kostenvergleichsrechnung ist die Verwendung von periodisierten Durchschnittswerten zu wiederholen, die den Zahlungszeitpunkt der einzelnen Kostenfaktoren außer Acht lässt. Möchte man die Kosten genauer erfassen, sind Berechnungen auf Grundlage von **Life Cycle Costs (Lebenszykluskosten)** nötig – dies setzt natürlich eine detailliertere Kenntnis der Kostenfaktoren voraus. Auch Aussagen über die Wirtschaftlichkeit der Investition an sich können nicht getroffen werden, weil die Erträge nicht einbezogen werden.

Es folgt eine Darstellung der K6E-Kalkulation:

BAUGERÄTE-BETRIEBSKOSTEN				Institut für baubetrieb + bauwirtschaft  TUG		Formblatt K6E			
Bau:				Datum:				Seite	
Angebot Nr.:				Firma:		Preisbasis:		1	
A	ÖBGL-Nr.:	Gerät:							
	Nutzl.: Ln =			Masse:				mittl. NW:	
<b>KALKULATION NACH ÖBGL -&gt; Ansatz des mittleren Neuwerts</b>									
						A+V		Reparatur	
Stk	ÖBGL - Nr	Bezeichnung	kW	Masse	Mittl.NW.	%	€	%	€
1,00	3135-0160	Hydraulikb. auf Raupen	75,00	16,00	143.165,00	2,30	3.292,80	2,10	3.006,47
1,00	3182-0080	Tiefloßfel		0,70	4.215,02	3,00	126,45	2,10	88,52
C Summe :			75,00	16,70 to	147.380,0		3.419,2	4,2	3094,98
D GHP - Index			111,90%		164.918,2		3.826,1		3.463,3
E Abminderung A+V und REP			60,00%	80,00%			2.295,7		2.770,6
Aufteilung Reparatur nach Lohn / Stoff							40,00%	60,00%	
Kosteneinteilung je Einheit						LohnStd	Lohn S	Stoff S	Gerät S
F Beistellkosten je Monat							1.108,3	1.662,4	2.295,7
G Beistellkosten je Stunde				169,0	h/mon		6,56	9,84	13,58
H Bedienung incl. Wartung						1,10			
I Betriebsstoffe			0,18	€/l	1,00			16,20	
J Sonstige Kosten, Verschleißteile								0,40	
K Mittellohnkosten				30,8	€/Std				
L Gerätekosten je Stunde Summe: F bis J					1,00	33,88	6,56	26,44	13,58
M Gerätekosten je Verrechnungseinheit				70	LN	0,48	0,09	0,38	0,19
							GZ Lohn	GZ Stoff	GZ Gerät
N Werte aus K3 - Blatt							15,00%	13,00%	15,00%
O Gerätepreis je Stunde						38,96	7,54	29,87	15,62
P Preis (Lohn + Sonstiges) je Stunde							46,50		45,49
Q Preis pro Stunde							92,00		
R Preis pro Einheit							1,31		

Tabelle 3-4: Beispiel für die Berechnung der Einzelgerätekosten, -preise (K6E-Blatt)<sup>88</sup>

<sup>88</sup> NÖSTLHALLER, R.: Heft 19 - Handbuch zu den Kalkulationsformblättern (Excel) der ÖN B 2061. Schriftenreihe. S. 53.

### 3.3.2.2 Gewinnvergleichsrechnung (statisch)<sup>89</sup>

Die Gewinnvergleichsrechnung erweitert die Kostenvergleichsrechnung um die Ebene der **Absatzerlöse**, indem aus der Differenz zwischen Erlösen und Kosten der **kalkulatorische Gewinn** der verschiedenen Investitionsalternativen bestimmt und gegenübergestellt wird. Dieses Verfahren ist in der Theorie an die Voraussetzung geknüpft, dass sich die Absatzerlöse der Investitionsalternativen unterscheiden, beispielsweise auf Grund von preiswirksamen Qualitätsunterschieden der erzeugten Produkte oder hinsichtlich der Investitionsart (z.B. Anschaffung einer Maschine als Alternative zur Marketinginvestition).

Die Berechnung kann entweder vor oder nach Steuerabzug erfolgen. Vor Steuerabzug wird der Gewinn entweder mit Hilfe der Gesamtkosten berechnet, die aus der ersten Entscheidungsstufe der Kostenvergleichsrechnung stammen,

$$\text{Gewinn } G \text{ [€/Jahr]} = \text{Erlöse [€/Jahr]} - \text{Gesamtkosten [€/Jahr]},$$

oder er wird als eine Funktion der Beschäftigung (z.B. der Leistungsmenge) dargestellt. Dies entspricht einer Weiterentwicklung der dritten Entscheidungsstufe der Kostenvergleichsrechnung und ist einer projektbezogenen „**Break-Even-Analyse**“ gleichzusetzen:

$$\text{Gewinn } G \text{ [€/Jahr]} = e * x - (K_f + k_v * x)$$

x	[LE/Jahr]	...	Leistungsmenge (Leistungseinheiten/Jahr)
e	[€/LE]	...	Erlös (pro Leistungseinheit)
k <sub>v</sub>	[€/LE]	...	variable Stückkosten (pro Leistungseinheit)
K <sub>f</sub>	[€/Jahr]	...	Fixkosten

Bild 3-14 veranschaulicht diese Formel grafisch.

<sup>89</sup> Vgl. BAUER, U.: Betriebswirtschaftslehre Bau. Skriptum. S. 7-25f.

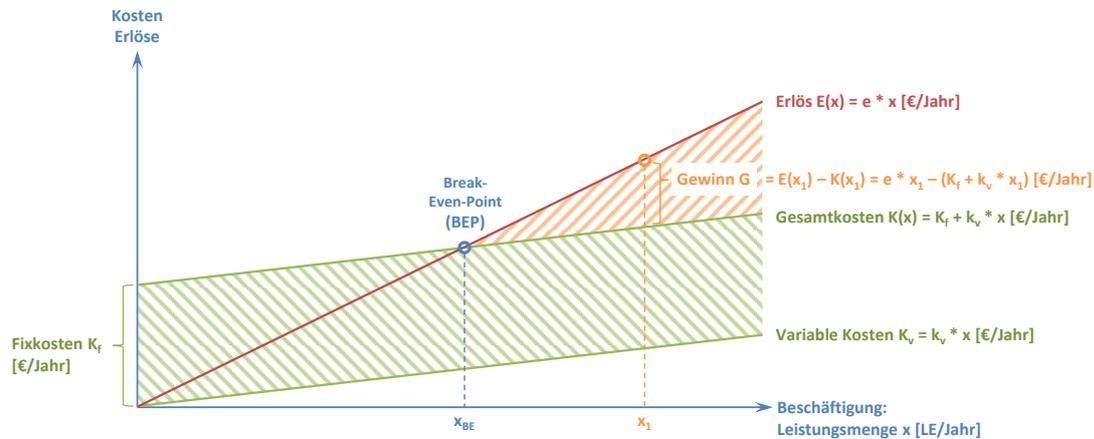


Bild 3-14: Ermittlung des Gewinns als Funktion des Leistungsgrades (Break-Even)

Für den Vergleich von Baumaschinen verschiedener Hersteller ist dieses Verfahren insbesondere dann aussagekräftig, wenn sich die Produkte neben den Kosten auch hinsichtlich der erzielbaren Erlöse unterscheiden.

Unterschiedliche Erlöse können durch unterschiedliche **Einheitspreise**, **Geräteleistungen** (z.B. m<sup>3</sup>/h) oder eine unterschiedliche Anzahl **produktiver Tage** pro Jahr (Beschäftigung) zustande kommen. Letztere werden aus der Einsatzfähigkeit der Baumaschine und den Ausfalltagen abgeschätzt, wobei dieser Wert vereinfacht für alle verglichenen Baumaschinen gleich hoch angenommen werden kann, so er nicht detaillierter bekannt ist. Die Leistung wiederum beeinflusst den Gewinn, da eine produktivere Maschine mehr Verrechnungseinheiten (z.B. m<sup>3</sup>) und damit höhere Erlöse in der gleichen Zeitspanne erwirtschaften kann, vereinfacht:

$$\text{Einheitspreis} \left[ \frac{\text{€}}{\text{m}^3} \right] * \text{Leistung} \left[ \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right] * \text{Stunden} \left[ \frac{\text{h}}{\text{Jahr}} \right] = \text{Erlös} \left[ \frac{\text{€}}{\text{Jahr}} \right]$$

Hinsichtlich der **Einheitspreise** (z.B. €/m<sup>3</sup>) ist es in der Praxis oft nicht möglich, auf Grund des Einsatzes einer speziellen Baumaschine einen höheren Preis zu rechtfertigen. Beispielsweise erledigt ein Raupenbagger der Fa. A den Erdaushub wohl kaum **qualitativ** besser als ein gleichwertiges Produkt der Fa. B. Sehr wohl können allerdings die Perioden- bzw. Leistungskosten der beiden Maschinen differieren. Dies führt bei einer an das K6E-Blatt angelehnten Kalkulation zu unterschiedlich hohen Einheitspreisen der Maschinen, weil diese durch Zuschlagsätze auf die Gerätekosten ermittelt werden.

Es liegt aber am Kalkulanten, ob Einheitspreise überhaupt für jede Baumaschine einzeln bestimmt werden sollen/können bzw. wie stark sich die Einheitspreise an „Marktpreisen“ orientieren müssen, um konkurrenzfähig zu sein. Bei **fixierten Einheitspreisen** können sich unterschiedlich hohe Gewinne der verglichenen Baumaschinen durch Unterschiede in der Leistung, Beschäftigung oder den Gerätekosten ergeben.

### 3.3.2.3 Rentabilitätsrechnung (statisch)

Die Rentabilitätsrechnung verbessert die Gewinnvergleichsrechnung insofern, dass die mit den Investitionsobjekten verbundenen Gewinnverbesserungen mit dem eingesetzten Kapital in Beziehung gebracht werden. Dadurch kann eine **Rangordnung der Investitionsalternativen** erstellt werden. Die Rentabilität (bzw. *durchschnittliche Verzinsung*, *approximative Rendite*, *approximativer interner Zinsfuß*) von Investitionen definiert sich folgendermaßen:

$$R[\%] = \frac{\text{Erfolg}}{\text{eingesetztes Kapital}} = \frac{(G + Z_k) * 100}{K_m}$$

R [%]	...	Rentabilität, durchschnittliche Verzinsung
G [€/Jahr]	...	kalk. Gewinn oder Kosteneinsparung
Z <sub>k</sub> [€/Jahr]	...	kalkulatorische Zinsen
K <sub>m</sub> [€]	...	mittleres gebundenes Kapital <sup>90</sup>

Mit Hilfe dieser Methode kann diejenige Investitionsalternative ermittelt werden, die die größte Rentabilität aufweist, d.h. die das eingesetzte Kapital am höchsten verzinst. Generell sollte diese über dem Kalkulationszinsfuß liegen, um die Investition rentabel zu machen. Die Rentabilität einer Investition kann auch mit dem **ROI (Return on Investment)** verglichen werden, einer Maßzahl aus der Bilanzanalyse. Der ROI (zu Deutsch *Kapitalverzinsung*, *Kapitalrendite* oder *Anlagenrendite*) misst die Rendite der gesamten unternehmerischen Tätigkeit und ist als Quotient des Jahresüberschusses vor Abzug der Fremdkapitalzinsen (Gewinn) zur Bilanzsumme (Gesamtkapital) definiert.

Mit der Rentabilitätsrechnung können auch Investitionsprojekte verglichen werden, denen keine Erlöse zurechenbar sind, d.h. deren Einfluss nur die Kosten betrifft. In diesem Fall wird als kalkulatorischer Gewinn die Kosteneinsparung im Vergleich zum Istzustand eingesetzt.<sup>91,92</sup>

Eine Schwäche der Rentabilitätsrechnung besteht darin, dass nicht berücksichtigt wird, ob sich die Investitionsalternativen hinsichtlich der Nutzungsdauer unterscheiden. Es ist nämlich durchaus relevant, wie lange eine Anlage oder Maschine in Betrieb sein wird und Gewinne erwirtschaften kann. Diese Fragestellung beantwortet die Amortisationsrechnung.<sup>93</sup> Für den Vergleich von Baumaschinen gelten ähnliche Überlegun-

<sup>90</sup> Für die Berechnung der kalkulatorischen Zinsen und des mittleren gebundenen Kapitals siehe S. 84.

<sup>91</sup> Vgl. FISCHER, E.: Finanzwirtschaft für Anfänger. S. 28f.

<sup>92</sup> Vgl. BAUER, U.: Betriebswirtschaftslehre Bau. Skriptum. S. 7-28.

<sup>93</sup> Vgl. VEIT, P.: Betriebswirtschaftslehre - Bau - Kostenrechnung, Investition. Skriptum. S. 112f.

gen wie für die Gewinnvergleichsrechnung, wobei die Aussagekraft höher ist, da der Gewinn dem eingesetzten Kapital gegenübergestellt wird.

Eine Weiterentwicklung der statischen Rentabilitätsrechnung stellt die sogenannte **MAPI-Methode** dar, die zur Lösung von Ersatz- und Rationalisierungentscheidungen herangezogen wird und von *Terborgh* am „Machinery and Allied Products Institut“ (MAPI) entwickelt wurde.<sup>94</sup>

### 3.3.2.4 Statische Amortisationsdauer (Rückflusszeit, Pay-Off-Methode)

Unter der statischen Amortisationsdauer  $T_A$  versteht man jenen Zeitraum, in dem die kumulierten Einnahmenüberschüsse ( $E\ddot{U}$ ) die Anfangsinvestitionsausgaben ( $I_A$ ) zur Gänze abdecken bzw. übersteigen. Sobald dies der Fall ist, hat sich die Investition „amortisiert“.

Die Amortisationsdauer  $T_A$  wird folgendermaßen ermittelt:

$$\text{Amortisationsdauer } T_A \text{ [Jahre] aus: } \sum_{t=1}^{T_A} E\ddot{U}_t = I_A$$

Bei der Berechnung der Einnahmenüberschüsse wird wie bei den dynamischen Investitionsrechenmethoden der **Cash Flow** einbezogen, d.h. die tatsächlich anfallenden Ein- und Auszahlungen. Kalkulatorische Kosten bleiben unberücksichtigt. Diese Methode arbeitet also nicht mit Durchschnittswerten wie die anderen statischen Rechenmethoden, sondern betrachtet den Cash Flow über die gesamte Nutzungsdauer, wobei die Einnahmen und Ausgaben allerdings lediglich aufsummiert und nicht gemäß des Zahlungszeitpunkts verzinst werden. Außerdem bleibt unberücksichtigt, dass die Anfangsinvestitionsausgaben alternativ veranlagt werden könnten. Aus diesen beiden Gründen ist auch diese Methode als „statisch“ zu betrachten.<sup>95</sup>

Für den **Vergleich von Baumaschinen** verschiedener Hersteller ist dieses Verfahren **nicht geeignet**, da die Amortisationsdauer nur als Risikomaßstab (je länger die Amortisationsdauer ist, desto höher ist das Risiko, dass sich die Investition nicht rechnet) oder als Dispositionsgröße (für Finanzplanung, Tilgungsdauer, Liquiditätsüberlegungen) genutzt werden kann. Über die erfolgsmäßige Zweckmäßigkeit bzw. Vorteilhaftigkeit der einzelnen Investitionsalternativen kann damit keine Aussage getroffen werden.<sup>96</sup>

<sup>94</sup> Vgl. <http://de.wikipedia.org/wiki/MAPI-Methode>. Datum des Zugriffs: 24.3.2012.

<sup>95</sup> Vgl. FISCHER, E.; KEBER, C.; MARINGER, D.: Arbeitsbuch zur Finanzwirtschaft für Anfänger. S. 54.

<sup>96</sup> Vgl. BAUER, U.: Betriebswirtschaftslehre Bau. Skriptum. S. 7-30f.

### 3.3.2.5 Die Grundlagen der Zinsrechnung als Voraussetzung für die dynamischen Investitionsrechenmethoden

Wie eingangs beschrieben umgehen die dynamischen Investitionsrechenverfahren die Unschärfe der statischen Verfahren, indem sie die Bildung von Durchschnittswerten vermeiden und stattdessen den exakten Zahlungszeitpunkt über die gesamte Nutzungsdauer betrachten. Dies impliziert eine genaue Kenntnis der Zahlungsströme (Cash Flow) und liefert mit Hilfe der finanzmathematischen Zinseszinsrechnung ökonomisch richtige Ergebnisse. Das Wissen um die Verzinsung ist also immanente Voraussetzung und soll nun kurz angesprochen werden.

Zinsen sind als Entgelt bzw. **Entschädigung für die Überlassung von Kapital** definiert, und zwar für Fremd- und Eigenkapital. Die Höhe dieses Entgelts richtet sich nach dem Zinssatz, der Zeitspanne und dem Kapital.

Werden die Zinsen pro Periode immer vom Anfangskapital  $K_0$  berechnet, spricht man von der **einfachen Zinsrechnung**. In diesem Fall sind die Zinsen pro Periode konstant, d.h. die Kapitalvermehrung erfolgt nach einer arithmetischen Folge. Zinseszins bleibt unberücksichtigt. Diese Methode wird oft bei unterjähriger Verzinsungsdauer angewendet.<sup>97</sup>

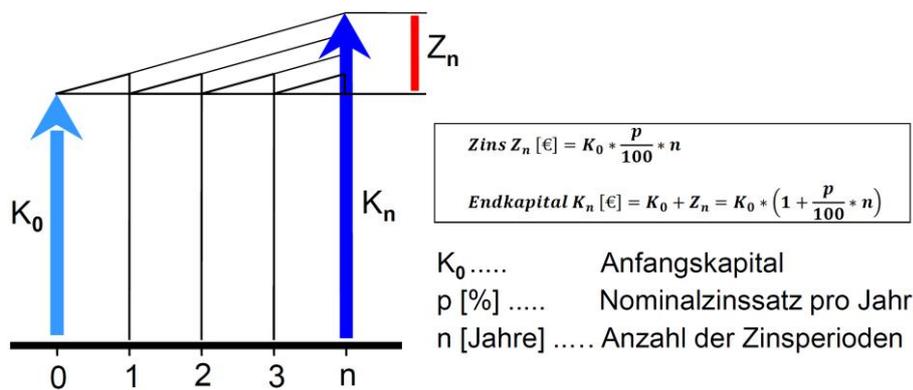


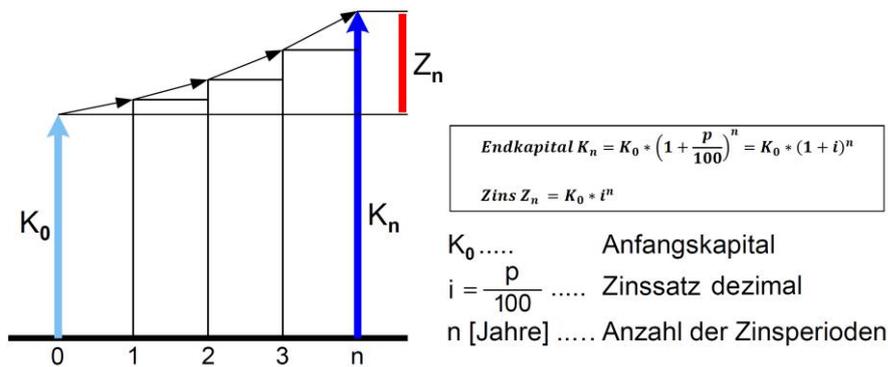
Bild 3-15: Einfache Zinsrechnung<sup>98</sup>

Für die dynamische Investitionsrechnung kommt jedoch die **Zinseszinsrechnung** zum Tragen. Hierbei werden die erhaltenen Zinsen am Ende der Verzinsungsperiode dem Kapital zugeschlagen (dekursiv) und zusammen mit diesem in der Folgeperiode zum Zinssatz wiederangelegt. Damit folgt die Zinseszinsrechnung einer geometrischen Folge.<sup>99</sup>

<sup>97</sup> Vgl. FISCHER, E.: Finanzwirtschaft für Anfänger. S. 206ff.

<sup>98</sup> Vgl. BAUER, U.; UITZ, I.: Betriebswirtschaftslehre Übungen - Teil Investition. Präsentation. S. 35.

<sup>99</sup> Vgl. FISCHER, E.: Finanzwirtschaft für Anfänger. S. 206ff.

Bild 3-16: Zinseszinsrechnung<sup>100</sup>

Wird aus dem Anfangskapital  $K_0$  das Endkapital  $K_n$  berechnet, spricht man von „**Aufzinsen**“ (**Akkumulieren**, Rechnen in Zeitrichtung), in analoger Weise kann auch durch „**Abzinsen**“ (**Diskontieren**, Rechnen gegen die Zeit) vom Endkapital auf das Anfangskapital rückgerechnet werden:

$$\text{Aufzinsen: } K_n = K_0 \cdot \text{Aufzinsungsfaktor} = K_0 \cdot (1 + i)^n$$

$$\text{Abzinsen: } K_0 = K_n \cdot \text{Abzinsungsfaktor} = K_n \cdot (1 + i)^{-n}$$

Für den Zweck der dynamischen Investitionsrechnung müssen die Begriffe der Zinseszinsrechnung aus der Finanzmathematik etwas abgeändert werden. Man spricht hier nicht von Anfangs- und Endkapital, sondern von **Zeit-**, **Bar-** und **Endwerten**. Die dynamische Investitionsrechnung erfasst alle Zahlungsströme (den Cash Flow) mit den sogenannten **Zeitwerten (ZW)**, also den Nominalwerten zum jeweiligen Zahlungszeitpunkt (beispielsweise € 1.000.- an Wartungskosten). Nun liegt es auf der Hand, dass die über alle Nutzungsjahre verteilt anfallenden Einnahmen und Ausgaben nicht einfach addiert und verglichen werden können, weil damit die Verzinsung außer Acht gelassen werden würde. (Diese Vorgehensweise findet sich bei der statischen Kostenvergleichsrechnung). Um **ökonomisch richtige Ergebnisse** zu erhalten, müssen alle Einnahmen und Ausgaben vielmehr auf einen gemeinsamen **Bezugszeitpunkt** auf- bzw. abgezinst werden. Dieser Bezugszeitpunkt ist frei wählbar – in der Regel wird die Inbetriebnahme des Investitionsobjekts als Bezugszeitpunkt gewählt, auf den alle Zahlungsströme abgezinst werden müssen. Durch Auf- und Abzinsen erhält man sogenannte **Barwerte (BW)**. Barwerte entsprechen dem Wert einer Zahlung zum Bezugszeitpunkt, im Gegensatz zu **Zeitwerten (ZW)**, die dem Wert einer Zahlung zum Zeitpunkt

<sup>100</sup> Vgl. BAUER, U.; UITZ, I.: Betriebswirtschaftslehre Übungen - Teil Investition. Präsentation. S. 36.

des Zahlungsvorgangs entsprechen. Wählt man als Bezugszeitpunkt das Ende der Betrachtungsperiode (e.g. das Ende der Nutzungsdauer), so erhält man Barwerte, die auch als **Endwerte** bezeichnet werden.<sup>101</sup>

Beispielsweise bekommt man nur den Barwert zum heutigen Zeitpunkt ausbezahlt, möchte man die in den nächsten fünf Jahren jährlich zu erwartenden Patentzahlungen auf einen Schlag abgegolten haben – dieser Wert ist geringer als die Summe der Einzelraten, weil der Barwert über fünf Jahre verzinst werden müsste, um die gleiche Endsumme zu ergeben.

Die folgende Formel verdeutlicht die Barwertberechnung durch Abzinsen für die Begrifflichkeiten der dynamischen Investitionsrechnung. Bei Aufzinsung entfällt das Minus-Zeichen im Exponenten:

**Abzinsen: Barwert (BW) = Zeitwert (ZW) \* (1 + i)<sup>-n</sup>**

Die folgende Abbildung soll diese Thematik grafisch verdeutlichen:

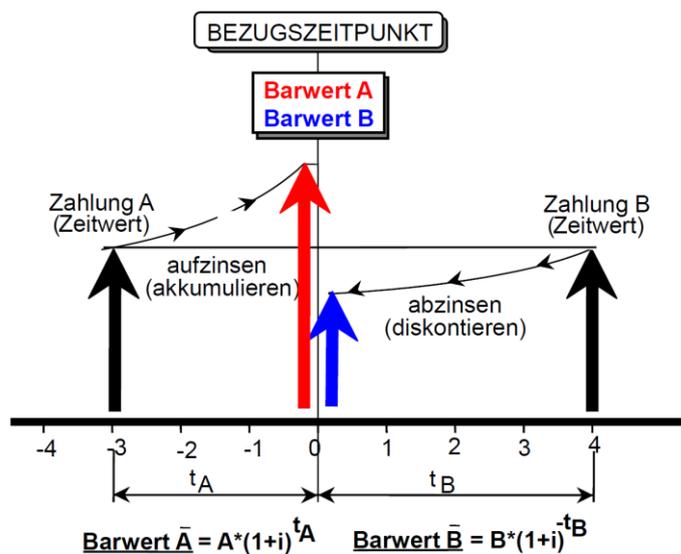


Bild 3-17 Zeitwert und Barwert einer Zahlung<sup>102</sup>

Nun bleibt zu klären, welcher Wert für den Zinssatz *i* angenommen wird, mit dem die Zahlungsströme auf- und abgezinst werden. Für die dynamischen Investitionsrechnungen wird dazu der sogenannte **Kalkulationszinsfuß *i<sub>k</sub>*** berechnet. Dieser ergibt sich in Abhängigkeit von der Finanzierungsart des Investitionsprojekts.<sup>103</sup>

<sup>101</sup> i. A. an BAUER, U.: Betriebswirtschaftslehre Bau. Skriptum. S. 7-35ff.

<sup>102</sup> BAUER, U.; UITZ, I.: Betriebswirtschaftslehre Übungen - Teil Investition. Präsentation. S. 41.

<sup>103</sup> Vgl. FISCHER, E.: Finanzwirtschaft für Anfänger. S. 19, 79f.

- Bei reiner **Eigenfinanzierung** ist  $i_k$  gleich der Alternativrendite, die bei einer alternativen Verwendung des Eigenkapitals – beispielsweise für eine Investition am Aktienmarkt – bei gleichem Risiko voraussichtlich erzielt werden kann. Eigenkapital verursacht zwar keine Zinszahlungen an Gläubiger wie Fremdkapital, allerdings soll die Verzinsung des Eigenkapitals die entgangenen Zinsen bei alternativer Kapitalverwendung ausgleichen. In der Kostenrechnung wird dieser Ertragsentgang als **Opportunitätskosten** bezeichnet und verrechnet. Am häufigsten wird zur Berechnung des Kalkulationszinssatzes bei reiner Eigenfinanzierung das **CAPM-Verfahren** verwendet (**Capital Asset Pricing Model**). In die Berechnung kann neben den Finanzierungskosten und einem Risikozuschlag auch ein zusätzlich geforderter Mindestgewinn einfließen.
- Bei reiner **Fremdfinanzierung** entspricht  $i_k$  der Effektivverzinsung des Fremdkapitals auf dem Kapitalmarkt.
- Bei teilweiser Fremdfinanzierung wird  $i_k$  als gewichteter Wert aus den Kosten für Eigen- und Fremdkapital gebildet. Hier ist die **WACC-Methode** (**Weighted Average Cost of Capital**) zu nennen.

Mit dem Kalkulationszinssfuß  $i_k$  wird die Verzinsung des eingesetzten Kapitals berücksichtigt – sprich die Kosten für die Überlassung des Kapitals, das an die Investition gebunden ist. Diese Methode berücksichtigt allerdings nicht die **Inflation!** Soll diese ebenfalls in die Berechnung einfließen, müssen zuerst „Zeitwerte inklusive Inflation“ berechnet werden (durch Aufzinsen mit der Inflationsrate), anschließend können die Barwerte bestimmt werden.<sup>104</sup>

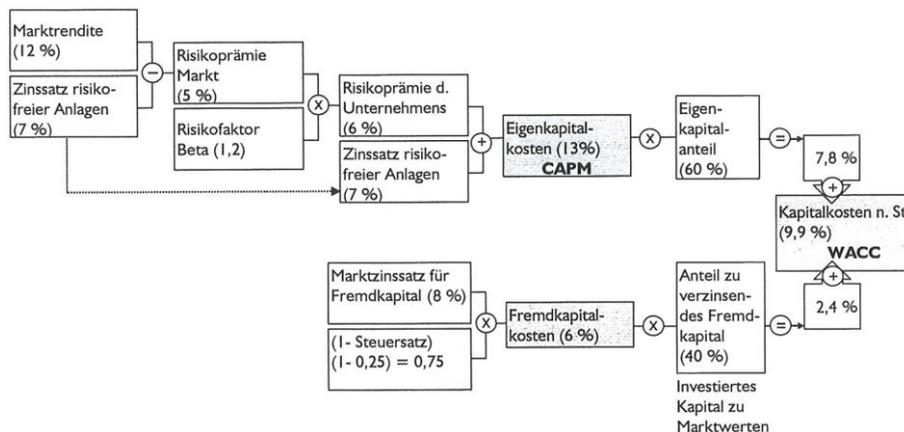


Bild 3-18: Beispielhafte Ermittlung von CAPM und WACC<sup>105</sup>

<sup>104</sup> Vgl. VEIT, P.: Betriebswirtschaftslehre - Bau - Kostenrechnung, Investition. Skriptum. S. 118.

<sup>105</sup> BAUER, U.: Betriebswirtschaftslehre Bau. Skriptum. S. 7-44.

Neben der Kenntnis der Barwertberechnung ist für eine der dynamischen Investitionsmethoden auch das Wissen um die **Rentenrechnung** obligat. In der Praxis finden zu diesem Zwecke nur nachschüssige Renten Anwendung, bei denen die Zahlungen am Ende der Periode erfolgen.

Unter einer Rente versteht man einen Zahlungsvorgang, bei dem regelmäßig Zahlungen gleichen Betrages erfolgen, um entweder ein Endkapital anzusparen (Ansparrente), oder um ein Endkapital zurückzuzahlen (Rückzahlungsrente).

Bei der **Ansparrente** wird über  $n$  Jahre am Ende jedes Jahres ein fixer Betrag  $R$  [€] einbezahlt und mit dem Zinssatz  $p$  [%] verzinst. Zu berechnen ist der Betrag  $K_n$  am Ende der Periode.

$$K_n = R * \frac{(1 + i)^n - 1}{i}$$

Anstelle von Einzelzahlungen könnte man auch einen einmaligen Betrag zum Beginn der Laufzeit einzahlen, der verzinst die gleiche Endsumme ergibt. Die Höhe dieses Betrages erhält man durch Berechnung des Barwerts von  $K_n$  zum Zeitpunkt  $T=0$ .

Von einer **Rückzahlungsrente** wird ausgegangen, wenn beispielsweise die Rückzahlung eines Darlehens in regelmäßigen, gleichbleibenden Raten  $R$  über  $n$  Jahre erfolgen soll. Die Rückzahlungsraten werden auch als **Annuität** bezeichnet und mittels folgender Formel berechnet, die sich leicht aus obigen Formeln herleiten lässt:

$$R = K_0 * \frac{(1 + i)^n * i}{(1 + i)^n - 1} = K_0 * KWF_{(i,n)}$$

$KWF$  wird als „**Kapitalwiedergewinnungsfaktor**“ oder „**Annuitätenfaktor**“ bezeichnet. Mit der Rückzahlungsraten kann beispielsweise auch der Gesamtgewinn (Verlust) eines Vorhabens auf einen jährlich gleich bleibenden durchschnittlichen Gewinn umgelegt werden.<sup>106</sup>

Nun sollen die verschiedenen Methoden der dynamischen Investitionsrechnung einzeln vorgestellt werden.

<sup>106</sup> Vgl. BAUER, U.: Betriebswirtschaftslehre Bau. Skriptum. S. 7-37ff.

### 3.3.2.6 Kapitalwertmethode (dynamische Barwertmethode)<sup>107,108</sup>

Die Kapitalwertmethode (englisch *Net Present Value – NPV*) ist das klassische dynamische Rechenverfahren und basiert auf der Überlegung, alle zukünftigen Ausgaben (Kosten) und Einnahmen (Erlöse), die dem Investitionsobjekt zurechenbar sind, mit ihren **Barwerten** in die Berechnung einzubeziehen, um die Investitionsentscheidung ökonomisch richtig treffen zu können.

Zu diesem Zwecke wird der sogenannte **Kapitalwert  $C_0$**  („Goodwill“<sup>109</sup>) ermittelt – die vorzeichenrichtige Summe der Barwerte aller Einnahmen und Ausgaben über die gesamte Nutzungsdauer. Anders ausgedrückt ist der Kapitalwert der mit Hilfe des Kalkulationszinsfußes auf einen Bezugszeitpunkt diskontierte Einnahmenüberschuss über die gesamte Nutzungsdauer. Als Bezugszeitpunkt wird meist der Beginn der Nutzungszeit gewählt.

$$\text{Kapitalwert } C_0 \text{ [€]} = -I_A + \sum_{t=1}^{T=ND} E\ddot{U}_t * (1 + i_k)^{-t}$$

- $I_A$  [€] ... Anfangsinvestitionsausgaben
- $E\ddot{U}$  [€/Jahr] ... Einnahmenüberschuss (Einnahmen minus Ausgaben)
- $i_k$  [%] ... Kalkulationszinsfuß

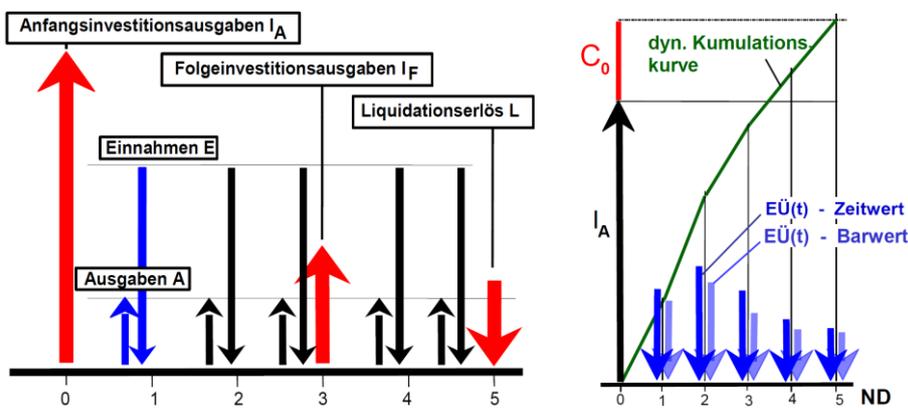


Bild 3-19: Zahlungsströme eines Investitionsprojektes sowie eine Darstellungsform des Kapitalwertes  $C_0$  (die Grafiken stehen nicht in Verbindung)<sup>110</sup>

<sup>107</sup> Vgl. VEIT, P.: Betriebswirtschaftslehre - Bau - Kostenrechnung, Investition. Skriptum. S. 119ff.

<sup>108</sup> Vgl. BAUER, U.: Betriebswirtschaftslehre Bau. Skriptum. S. 7-45.

<sup>109</sup> „Goodwill“ bezeichnet den Firmenwert eines Unternehmens, der von immateriellen Vermögensposten gebildet wird. Beim Erwerb eines Unternehmens muss i.d.R. auch der Goodwill abgegolten werden. Der Kapitalwert ist als zukünftige Ertragerwartung (Gewinnaussicht) dem Goodwill zuzurechnen. Auch Knowhow, Managementqualität, Kundenpotential etc. zählen zum Goodwill.

<sup>110</sup> BAUER, U.; UITZ, I.: Betriebswirtschaftslehre Übungen - Teil Investition. Präsentation. S. 26, 42.

Der Kapitalwert wird also von den Anfangsinvestitionsausgaben, vom Ausgaben- und Einnahmenstrom während der Nutzungsdauer, dem kalkulatorischen Zinsfuß  $i_k$  und der Höhe des realisierbaren Liquidationserlöses (Restwertes) am Ende der Nutzungsdauer beeinflusst. Letzterer wird den Einnahmen des letzten Nutzungsjahres zugerechnet.

Ist der Kapitalwert **gleich Null**, so verzinst sich die Investition zum angenommenen Kalkulationszinsfuß  $i_k$ , d.h. das eingesetzte Kapital „refinanziert“ sich und deckt die Finanzierungs- bzw. Kapitalbindungskosten sowie einen etwaigen Mindestgewinn und Risikozuschlag ab (Je nachdem, wie hoch diese Faktoren bei der Berechnung von  $i_k$  angesetzt wurden). Eine derartige Investition stellt im Vergleich zu alternativer Veranlagung am Kapitalmarkt weder einen Vorteil noch einen Nachteil dar.

Ist der Kapitalwert **größer 0**, erhält der Investor (bzw. Eigenkapitalgeber) zusätzlich zum eingesetzten Kapital eine Verzinsung zu einem höheren Zinssatz als dem Kalkulationszinsfuß  $i_k$  zurück. Im Sinne der Gewinnmaximierung wird bei mehreren Investitionsalternativen das Projekt mit dem höchsten Gewinnbeitrag bevorzugt. Als logische Voraussetzung für die Vergleichbarkeit müssen alle Alternativen auf den gleichen Bezugszeitpunkt bezogen und mit demselben Kalkulationszinsfuß berechnet werden. Unterscheiden sich die Alternativen hinsichtlich Kapitaleinsatz und Nutzungsdauer, muss eine sogenannte **Differenzinvestition** berücksichtigt werden. Für den Vergleich von Baumaschinen verschiedener Hersteller ist die Nutzungsdauer als gleich lang anzunehmen.<sup>111</sup>

Ist der Kapitalwert **kleiner 0**, ist eine alternative Veranlagung des Kapitals rentabler, d.h. von dieser Investition sollte aus ökonomischen Gesichtspunkten Abstand genommen werden, außer es steckt eine andere Strategie dahinter (beispielsweise die Erschließung neuer Märkte).

Zur besseren Reihung von Investitionsalternativen kann auch die sogenannte **Kapitalwertrate** herangezogen werden, welche die **über den Kalkulationszinsfuß hinausgehende Verzinsung** der Investition prozentuell angibt.

$$\text{Kapitalwertrate } [\%] = \frac{\text{Kapitalwert}}{\text{investiertes Kapital}}$$

<sup>111</sup> Bei reiner Betrachtung des Kapitalwerts bzw. des Gewinnbeitrags wird bei zwei Investitionsalternativen mit gleichem Kapitalwert außer Acht gelassen, wie viel Kapital dazu eingesetzt werden muss. Zwischen einer möglichen Alternative A mit 100.- Kapitaleinsatz und 1.000.- Kapitalwert und Variante B mit 10.000.- Kapitaleinsatz und ebenfalls 1.000.- Kapitalwert muss ein Unterschied bestehen. Ähnliches gilt für Investitionsalternativen, die sich in der Nutzungsdauer unterscheiden. Daher wird eine Differenzinvestition in die Berechnung miteinbezogen. Bleibt diese unberücksichtigt, wird angenommen, dass sich die Differenzinvestition genau zum kalkulatorischen Zinsfuß verzinst und keinen zusätzlichen Kapitalwert generiert. Will man diese Pauschalannahme umgehen, muss man die Differenzinvestitionen mit ihren individuellen Gewinnbeiträgen explizit in die Rechnung einbeziehen. VGL: BAUER, U.: Betriebswirtschaftslehre Bau. Skriptum. S. 7-52f.

Die Anwendung der Kapitalwertmethode für den Vergleich von Baumaschinen verschiedener Hersteller setzt eine genaue Kenntnis der in Zukunft auftretenden Zahlungsströme (des Cash Flows) voraus. Daten über zukünftige Ausgaben sind noch relativ leicht zu lukrieren, beispielsweise aus Angaben zu Instandhaltungskosten seitens der Hersteller oder anhand unternehmensinterner Richtwerte. Auch die Anfangsinvestitions- und geplanten Folgeinvestitionskosten sind bekannt. Die Höhe der anfallenden Betriebskosten ist allerdings bereits an die Beschäftigung der Baumaschine geknüpft. Gleiches gilt natürlich für die zukünftigen Einnahmen aus dem Baumaschineneinsatz. Diese sind wohl im Normalfall nur mit einem durchschnittlichen Erwartungswert ansetzbar, außer die Maschine ist auf einer stationären Baustelle eingesetzt oder bereits über die gesamte Nutzungsdauer in Projekten eingeplant. Selbst bei einem projektabhängig induzierten Beschaffungsvorgang werden die zukünftigen Einnahmen jedoch nicht exakt bestimmbar sein. Für Investitionen in der stationären Industrie (z.B. für Maschinen in einer Produktionshalle) wären diese Werte leichter zu ermitteln.

Sind nur unzureichende Daten über die zukünftigen Einnahmen verfügbar, kann man den Einnahmen-Aspekt auch ausblenden und nur die Barwerte der Ausgaben (Kosten) vergleichen, sprich die sogenannten dynamischen **Life Cycle Costs**. (Vgl. Kapitel 3.3.2.11).

Sind ausreichend Daten vorhanden, kann mit der Kapitalwertmethode eine gute Aussage getroffen werden, ob die Beschaffung einer Baumaschine grundsätzlich rentabel ist (Voraussetzung dafür ist ein positiver Kapitalwert) bzw. welche Baumaschine im direkten Vergleich mit den Alternativen einen höheren Gewinnbeitrag erwirtschaftet und daher aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu bevorzugen ist.

Diese Überlegungen gelten in analoger Weise auch für die Interne Zinssatz- und die Annuitätenmethode, da diese Verfahren mit den gleichen Daten wie die Kapitalwertmethode arbeiten.

### 3.3.2.7 Interne-Zinssatzmethode (dynamische Barwertmethode)<sup>112</sup>

Im Vergleich zur Kapitalwertmethode wird bei diesem Verfahren nicht der Kapitalwert bei gegebenem Kalkulationszinssatz ermittelt, sondern der tatsächliche **interne Zinssatz  $i_e$** , zu dem das eingesetzte Kapital verzinst wird. Dazu wird die Formel der Kapitalwertberechnung gleich Null gesetzt, d.h. es wird jener Zinssatz ermittelt, bei dem die diskontierten Einnahmenüberschüsse genau den Anfangsinvestitionsausgaben entsprechen. Zum Verständnis ist anzumerken, dass die Einnahmenüberschüsse umso stärker abgezinst werden, je höher der Zinssatz ist.

<sup>112</sup> Vgl. BAUER, U.: Betriebswirtschaftslehre Bau. Skriptum. S. 7-48.

$$\text{Kapitalwert } C_0 \stackrel{!}{=} 0 = -I_A + \sum_{t=1}^{T=ND} E\ddot{U}_t * (1 + i_e)^{-t}$$

Der interne Zinssatz (englisch *Internal Rate of Return*) ist das Pendant zur statisch ermittelten Rentabilität und beschreibt die **Verzinsung des eingesetzten Kapitals**. Dieser Wert ist leichter zu interpretieren als der Kapitalwert  $C_0$ , ebenso erspart man sich bei dieser Methode die Ermittlung des Kalkulationszinssatzes. In der Praxis ist dieses Verfahren am häufigsten anzutreffen. Bei der Berechnung müssen mit steigender Nutzungsdauer immer komplexere Polynome gelöst werden, daher wird der interne Zinssatz i.d.R. mit einem Näherungsverfahren approximiert.

Mit dieser Methode können Investitionsalternativen gut miteinander verglichen werden, allerdings ist bei unterschiedlichem Kapitaleinsatz und Nutzungsdauer eine **Differenzinvestition** zu berücksichtigen, sonst erhält man mitunter verfälschte Ergebnisse. (Für den Baumaschinenvergleich ist nur ersteres relevant).

### 3.3.2.8 Annuitätenmethode (dynamische Barwertmethode)

Der Begriff *Annuität* kommt aus der Rentenrechnung und dient im Kreditgeschäft der Berechnung von jährlich gleichbleibenden Raten zur Rückzahlung (Tilgung) einer Kapitalschuld (siehe Kapitel 3.3.2.5).

In gleicher Weise kann aus dem Kapitalwert  $C_0$  durch Multiplikation mit dem Kapitalwiedergewinnungsfaktor  $KWF$  die sogenannte äquivalente **Gewinnannuität** berechnet werden. Dieser Wert entspricht jenem über einen gegebenen Zeitraum in gleichen Zeitabständen auftretenden, konstanten nachschüssigen Gewinnbeitrag, für den gilt, dass der Barwert dieser Gewinnbeiträge dem Kapitalwert entspricht.<sup>113</sup> D.h. der Kapitalwert eines Projektes wird gleichmäßig über die Nutzungsdauer verteilt – somit stellt die dynamische Gewinnannuität das Äquivalent zum statisch ermittelten Gewinn der Gewinnvergleichsrechnung dar.

$$\text{Gewinnannuität } R_{C_0} = C_0 * \frac{(1 + i_k)^n * i_k}{(1 + i_k)^n - 1} = C_0 * KWF_{(i_k, n)}$$

Diese Größe kann gut zum Vergleich von Investitionsalternativen herangezogen werden, wobei die Höhe der Gewinnannuität ausschlaggebend ist. Unterscheiden sich die Varianten hinsichtlich der Nutzungsdauer, ist auch bei dieser Methode eine **Differenzinvestition** zu berücksichtigen.

<sup>113</sup> Vgl. FISCHER, E.: Finanzwirtschaft für Anfänger. S. 36.

Die Annuität kann aber auch vom Kapitaleinsatz berechnet werden – dies entspricht der zinseszinsmäßigen Verteilung der Investitionsausgaben auf konstante Jahresbeträge. Diese sogenannte **Kostenannuität** bzw. **dynamische Abschreibung** wird berechnet, indem der Zahlungsstrom der Investitionsausgaben (Anfangs-, Folgeinvestitionen, Liquidationserlös) auf den Barwert zur Zeit Null abgezinst wird, um daraus die Annuität zu ermitteln.<sup>114</sup>

$$\text{Kostenannuität } R_I = \sum_{t=0}^{ND} I_t * (1 + i_k)^{-t} * KWF_{(i_k, n)}$$

Dieser Wert ist vergleichbar mit den Kapitalkosten (Abschreibung und Verzinsung), die pro Jahr entstehen. Mit anderen Worten ist die Kostenannuität jener Betrag, der durch die Investition **pro Jahr erwirtschaftet werden muss**, um die zu Grunde gelegten Kosten zu decken. Es ist auch denkbar, die geplanten Instandhaltungskosten einzubeziehen, um einen noch signifikanteren Wert zu erhalten. Für den Vergleich von Baumaschinen ist die Kostenannuität durchaus brauchbar, insbesondere in Verbindung mit **Life Cycle Costs**, d.h. bei Einbeziehung aller mit der Investition in Verbindung stehenden Kosten.

### 3.3.2.9 Dynamische Amortisationsdauer

Dieses Verfahren unterscheidet sich von der statischen Variante nur insofern, dass in die Berechnung anstelle der *Zeitwerte* der Einnahmenüberschüsse (*EÜ*) deren *Barwerte* einfließen:

$$\text{Amortisationsdauer } T_{A, dyn} [\text{Jahre}] \text{ aus: } \sum_{t=1}^{T_A} E\ddot{U}_t * (1 + i_k)^{-t} = I_A$$

Die dynamische Amortisationsdauer  $T_{A, dyn}$  ist jener Zeitraum, in dem die zum kalkulatorischen Zinssatz verzinsten, kumulierten Einnahmenüberschüsse (*EÜ*) die Anfangsinvestitionsausgaben ( $I_A$ ) zur Gänze übersteigen. Sobald dies der Fall ist, hat sich die Investition „amortisiert“. Die Amortisationsdauer kann vom Entscheidungsträger vorgegeben werden oder zur Beurteilung mehrerer Alternativen herangezogen werden.

Dieses Verfahren ist aus den gleichen Gründen wie das statische Äquivalent für den Vergleich von Baumaschinen **nicht aussagekräftig**.

<sup>114</sup> Vgl. BAUER, U.: Betriebswirtschaftslehre Bau. Skriptum. S. 7-51.

### 3.3.2.10 Endwertmethoden (dynamisch) und Methoden des Operations Research (OR)

Zu den Endwertverfahren zählen die **Vermögensendwert-** und die **Sollzinssatzmethode**. Diese Verfahren wurden entwickelt, um folgende Kritikpunkte an den dynamischen Barwertmethoden auszumerzen:

- Es wird ein vollkommener und unbeschränkter Kapitalmarkt angenommen, d.h. sämtliche positiven Einnahmenüberschüsse können zum Kalkulationszinsfuß  $i_k$  bis zum geplanten Ende der Nutzung veranlagt bzw. sämtliche negativen Einnahmenüberschüsse zu  $i_k$  % p.a. bis zum geplanten Ende der Nutzung vom Kapitalmarkt ausgeborgt werden.<sup>115</sup>
- Keine Unterscheidung zwischen Eigen- und Fremdfinanzierung.
- Sich hinsichtlich Nutzungsdauer und Kapitaleinsatz unterscheidende Investitionsalternativen können nur über Differenzinvestitionen verglichen werden.

Die Endwertverfahren akkumulieren die Zahlungsströme auf das Ende des Planungshorizontes und arbeiten mit unterschiedlichen Zinssätzen für Eigen- und Fremdkapital. Dies setzt allerdings die Kenntnis des zukünftigen und projektbezogenen Finanzierungsverhaltens voraus, d.h. die Eigenkapitalquote und Art der Tilgung des Fremdkapitals müssen bekannt sein. Für den Zweck eines Baumaschinenvergleichs sind diese Methoden auf Grund ihrer Komplexität und der schwer zu lukrierenden Werte **nicht geeignet**.<sup>116</sup>

Auch Investitionsrechenverfahren, die auf Modellansätzen aus dem **Operations Research (OR)** basieren, weisen zumeist eine hohe mathematische Komplexität und Abstraktion auf und sind für den Baumaschinenvergleich nicht wirklich geeignet. Dabei wird versucht, ein optimales Investitionsbudget durch simultane Planung des Finanzierungs- und Investitionsprogrammes zu ermitteln.<sup>117</sup>

Der Begriff *Operations Research* umfasst die Analyse betrieblicher und wirtschaftlicher Prozesse sowie die Anwendung mathematischer Methoden zur Entscheidungsvorbereitung. Dabei ist die *genaue* Kenntnis des Entscheidungsproblems maßgeblich, samt den realisierbaren Entscheidungsalternativen, deren Auswirkungen, Ergebnissen, Restriktionen und Zielen.<sup>118</sup> Auch die Nutzwertanalyse und die Sensitivitätsanalyse basieren beispielsweise auf Methoden des Operations Research.

<sup>115</sup> FISCHER, E.: Finanzwirtschaft für Anfänger. S. 33.

<sup>116</sup> Vgl. BAUER, U.: Betriebswirtschaftslehre Bau. Skriptum. S. 7-56.

<sup>117</sup> Vgl. BALDERJAHN, I.: Einführung in die Betriebswirtschaftslehre. S. 248.

<sup>118</sup> Vgl. GOHOUT, W.: Operations research: Einige ausgewählte Gebiete der linearen und nichtlinearen Optimierung. S. 1.

### 3.3.2.11 Life Cycle Costs einer Baumaschine

Der Begriff der **Lebenszykluskosten** bzw. **Life Cycle Costs** (LCC) basiert auf der Überlegung, alle Kosten zu berücksichtigen, die über die gesamte Lebensdauer eines Produktes bzw. einer Investition anfallen. Dabei kann grundsätzlich zwischen der Sichtweise des Produzenten und der des Kunden unterschieden werden. Für Produzenten sind alle Kosten, die von der Projektidee bis zur Rücknahme vom Markt mit einem Produkt in Verbindung gebracht werden, relevant – für Kunden nur jene Kosten, die ab dem Zeitpunkt der Beschaffung des Produktes entstehen. Für den Vergleich von Baumaschinen verschiedener Hersteller ist von Zweiterem auszugehen. Die Lebenszykluskosten werden auch oft mit dem Begriff der **Total Cost of Ownership** (TCO) vermengt, wobei dieser nicht für Investitionsgüter, sondern eher für kleinere Anschaffungen (e.g. PC) oder Verbrauchsgegenstände (e.g. Schrauben) Verwendung findet. Grundsätzlich sind bei der Berechnung der Lebenszykluskosten **nur die negativen Zahlungsströme (Ausgaben) von Interesse**, die Erlöse (Einnahmen) werden vernachlässigt.<sup>119</sup>

Weiters finden sich in der Literatur zwei unterschiedliche Ansätze, wie die zu Grunde liegenden Daten in die LCC-Berechnung einfließen sollen. Einerseits kann mit periodisierten Durchschnittswerten wie bei der statischen **Kostenvergleichsrechnung** (vgl. 3.3.2.1) gerechnet werden oder andererseits mit den korrekt verzinsten dynamischen Barwerten der Kosten wie bei der **Kapitalwertmethode** (vgl. 3.3.2.6). Die vom Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbauer (VDMA) herausgegebene Richtlinie VDMA 34160:2006 „Prognosemodell für die Lebenszykluskosten von Maschinen und Anlagen“ berücksichtigt beispielsweise nur statische Durchschnittswerte, diese dafür in größtmöglicher Detaillierung. Jodl<sup>120</sup> wiederum legt seinem *Berechnungsmodell der Lebenszykluskosten für Brücken* die über einen bestimmten Zeitraum anfallenden Kosten nach der Bar- und Endwertmethode zu Grunde.

Nach Meinung des Autors richtet sich die Entscheidung, ob und welche Life Cycle-Methode für den Vergleich von Baumaschinen verschiedener Hersteller herangezogen werden soll, nach den zur Verfügung stehenden Daten, d.h. eine generelle Präferenz kann nicht abgegeben werden. Im schlechtesten Fall stehen den Entscheidungsträgern abgesehen von den Anschaffungskosten keinerlei Kostenangaben zur Verfügung, im besten Fall können die dynamischen Methoden inklusive der Life Cycle Costs angewendet werden.

<sup>119</sup> Vgl. [http://de.wikipedia.org/wiki/Life\\_Cycle\\_Costing](http://de.wikipedia.org/wiki/Life_Cycle_Costing), [http://de.wikipedia.org/wiki/Total\\_Cost\\_of\\_Ownership](http://de.wikipedia.org/wiki/Total_Cost_of_Ownership). Datum des Zugriffs: 6.3.2012.

<sup>120</sup> Vgl. JODL, H.: Lebenszykluskosten von Brücken – Teil 1 – Berechnungsmodell LZKB. In: Bauingenieur, 5/2010. S. 221ff.

Als allgemeine Regel kann gelten: **Je genauer die zu Grunde liegenden Werte bekannt sind, desto präziser können die wirtschaftlichen Aspekte der Baumaschinen berücksichtigt werden.**

Zum besseren Überblick der bisher vorgestellten Methoden im Zusammenhang mit den Life Cycle Costs bietet sich ein **Stufenmodell** an:

- **Stufe 0:** Zum Vergleich der Baumaschinen dient einzig die Höhe der Anschaffungskosten (bzw. die Miet- oder Leasingrate)
- **Stufe 1:** Diese Stufe entspricht der statischen Kostenvergleichsrechnung (z.B. K6E-Kalkulation), d.h. es werden die durchschnittlichen Perioden- und/oder Leistungskosten ermittelt (z.B. €/Jahr, €/m<sup>3</sup>), gegebenenfalls unter Berücksichtigung der kritischen Leistungsmenge. Der exakte Zahlungszeitpunkt bleibt unberücksichtigt. Diese Kostengrößen werden für alle zu vergleichenden Baumaschinen ermittelt und direkt gegenübergestellt.
  - **Stufe 1a:** In dieser Stufe fließt ein statischer „Life Cycle Aspekt“ in die Berechnung der Kosten mit ein, d.h. es wird zwar wie in Stufe 1 von Durchschnittskosten ausgegangen, allerdings können sich diese über die Nutzungsjahre verändern. Beispielsweise kann angenommen werden, dass die Instandsetzungs- oder Wartungskosten um durchschnittlich 10 % pro Jahr zunehmen. Die Berechnung der Kosten erfolgt für jedes Nutzungsjahr einzeln, die Verzinsung bleibt unberücksichtigt.
- **Stufe 2:** Zusätzlich zu den Kosten werden die durchschnittlichen Erlöse berücksichtigt und den Kosten gegenübergestellt. Daraus können für alle Baumaschinen der durchschnittliche statische **Gewinn** und die **Rentabilität** (Verzinsung) berechnet und verglichen werden (siehe Gewinnvergleichsrechnung etc.).
  - **Stufe 2a:** Wie Stufe 2, aber inklusive des „Life Cycle Aspekts“.
- **Stufe 3:** Ab dieser Stufe werden die Werte mit **dynamischen Methoden** berechnet, d.h. die über die gesamte Nutzungsdauer anfallenden Zahlungsströme werden mit ihrem Zahlungszeitpunkt berücksichtigt und verzinst. Stufe 3 erfasst die ökonomisch korrekten **Life Cycle Costs**, die auf Barwerte zum Bezugszeitpunkt Null (Inbetriebnahme der Investition) abgezinst und aufsummiert werden. Dadurch erhält man den **Barwert aller Kosten** der Baumaschine über die gesamte Nutzungsdauer – dieser Wert wird für alle Alternativen ermittelt und gegenübergestellt. Aus dem Barwert kann auch die **Kostenannuität** ermittelt werden, die verdeutlicht, welchen Betrag die Baumaschine pro Jahr erwirtschaften muss, um die Kosten abzudecken.

- Stufe 4:** Die letzte Stufe bezieht neben den dynamisch berechneten Life Cycle Costs auch die zukünftigen Einnahmen über die gesamte Nutzungsdauer mit ein, d.h. die Berechnung erfolgt an Hand der Kapitalwert-, Internen Zinssatz- oder Annuitätenmethode. Als Ergebnis kann der **Kapitalwert (Goodwill)**, die **Gewinnannuität** (der über einen gegebenen Zeitraum in gleichen Zeitabständen auftretende, konstante nachschüssige Gewinnbeitrag) oder der **interne Zinssatz** (die Verzinsung des eingesetzten Kapitals) der verschiedenen Baumaschinen verglichen werden.

	Input										Output									
	Anschaffungskosten (bzw. Miet-, Leasingrate)	Durchschnittliche Periodenkosten (auf Basis einer festgelegten Beschäftigung)	Leistung der Baumaschine	Kennntnis der Kostenkurvenverläufe	Kosten über Nutzungsdauer veränderlich	Durchschnittliche Erlöse pro Periode, mittleres gebundenes Kapital	Alle der Baumaschine zurechenbaren Ausgaben über die Nutzungsdauer + Zahlungszeitpunkt	Kalkulatorischer Zinsfuß	Alle Einnahmen der Baumaschine über die Nutzungsdauer + Zahlungszeitpunkt	Vergleich der Anschaffungskosten	Vergleich der durchschnittlichen Gesamtkosten pro Periode	Vergleich der durchschnittlichen Leistungskosten pro Leistungseinheit	Ermittlung der durchschnittlichen Leistungsmenge	Vergleich des Gewinns und der Rentabilität	Vergleich des Barwerts aller Kosten über die gesamte Nutzungsdauer	Vergleich der Kostenannuität	Vergleich des Kapitalwerts	Vergleich der internen Verzinsung		
0 Vergleich der Anschaffungskosten (bzw. Miet- oder Leasingrate)	X									X										
1 Kostenvergleichsrechnung – Gesamtkostenvergleich	X	X								X										
– Leistungskostenvergleich	X	X	X								X									
– Kostenkurvenvergleich	X	X	(X)	X								X								
1a Life Cycle Aspekt	X	X	(X)	(X)	X					X	(X)	(X)								
2 Gewinnvergleichsrechnung, Rentabilitätsrechnung	X	X		(X)	X								X							
2a Life Cycle Aspekt	X	X		(X)	X	X							X							
3 Life Cycle Costs + Annuitätenmethode	X						X	X						X	X					
4 Kapitalwertmethode + Annuitätenmethode	X						X	X	X					(X)	(X)	X	X			
Interne Zinssatzmethode	X						X	X										X		

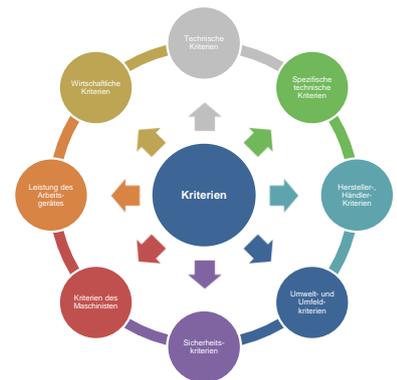
  Statische Investitionsrechenmethoden  
  Dynamische Investitionsrechenmethoden

X ... zutreffend  
 (X) ... möglich

Tabelle 3-5: Stufenmodell zum Vergleich der wirtschaftlichen Kriterien von Baumaschinen

## 4 Detaillierte Beschreibung der Vergleichskriterien

Mit Verweis auf Kapitel 3.2.2 erfahren die einzelnen Kriterien-Untergruppen hier eine genauere Aufschlüsselung. Rechts ist die Strukturierung der Auswahlkriterien als Gedankenstütze nochmals abgebildet.



### 4.1 Wirtschaftliche Kriterien

Die wirtschaftlichen Kriterien nehmen unter den Auswahlkriterien eine Sonderstellung ein, da sie nicht mittels eines Punktesystems (z.B. einer Nutzwertanalyse) bewertet werden müssen, sondern an Hand von Investitionsrechenmethoden in die Entscheidung einfließen können.

Wie im vorigen Kapitel eingehend beschrieben, wird bei **dynamischen** Investitionsrechenverfahren der Cash Flow zur Berechnung herangezogen, d.h. die tatsächlich über die Nutzungsjahre anfallenden Einnahmen und Ausgaben, die mit der Baumaschine in Verbindung zu bringen sind. Diese Daten sind vorrangig der Buchhaltung der Baufirma bzw. des Baumaschinenverwenders zu entnehmen – für die Ausgabenseite stehen mitunter auch Angaben seitens der Baumaschinenhersteller zur Verfügung. Diese Zahlungsströme werden entsprechend ihres Zahlungszeitpunkts berücksichtigt und mit dem **Kalkulationszinsfuß  $i_k$**  verzinst (siehe Kapitel 3.3.2.5).

Stehen diese Daten nicht so detailliert zur Verfügung, können mit den **statischen** Verfahren auch kalkulatorische Größen berechnet werden, d.h. Durchschnittswerte (e.g. Jahresdurchschnittswerte), die den exakten Zahlungszeitpunkt unberücksichtigt lassen. Als Beispiel sind die kalkulatorische Abschreibung und die kalkulatorische Verzinsung zu nennen.

Nun werden die relevanten wirtschaftlichen Aspekte näher beleuchtet, wobei der Fokus auf den kalkulatorischen Größen liegt. Weiters wird explizit die **Kostenseite** (Ausgabenseite) der Baumaschinen betrachtet, da auch die Kalkulation von **Einheitspreisen** (die Einnahmenseite) auf den Gerätekosten basiert. Die anderen Einflussfaktoren auf die Erlöse (Beschäftigungsgrad und Geräteleistung) sind in den Kapiteln 3.3.2.2 und 4.8 beschrieben.

Die folgende Grafik gibt einen Überblick über die **vier Kostenaspekte**, die beim Betrieb einer Baumaschine relevant sind. Für manche Baumaschinengattungen ist sogar von einer relativ gleich starken Verteilung der vier Aspekte auszugehen. Die oberen beiden Elemente sind den Fixkosten (**Beistellkosten**) der Baumaschine zuzuordnen, die unteren beiden sind variable Kostengruppen (**Betriebskosten**). Die Unterschiede zwischen fixen und variablen Kosten wurden bereits in Kapitel 3.3.2.1 erläutert.

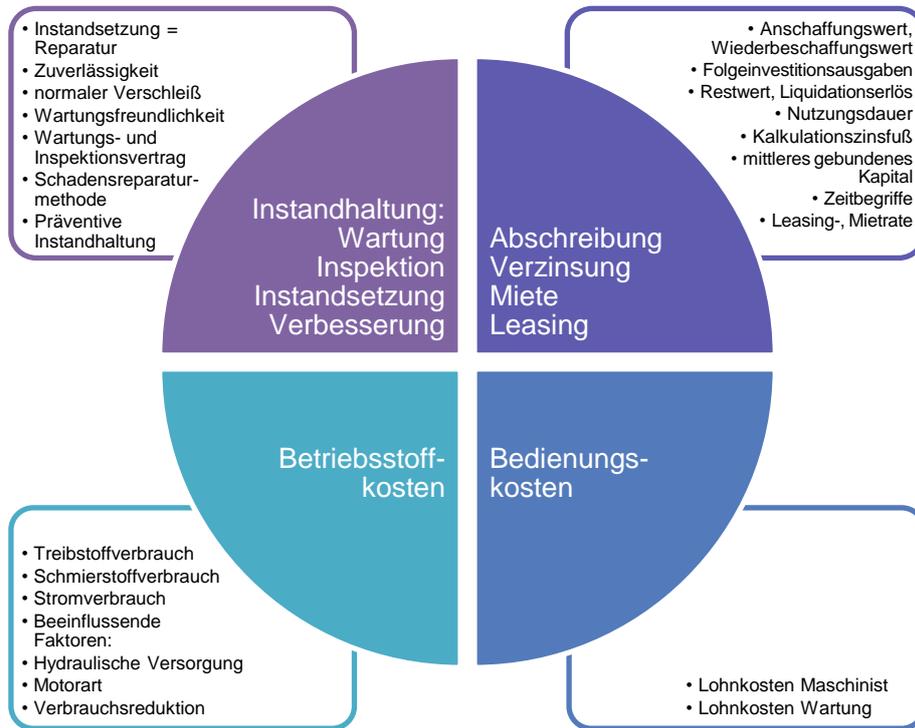


Bild 4-1: Die vier Kostenaspekte bei einer Baumaschine

#### 4.1.1 Abschreibung, Verzinsung, Miete, Leasing

Die **kalkulatorische Abschreibung** wird für die statische Investitionsrechnung benötigt und erfasst die technische und wirtschaftliche Wertminderung von Produktionsfaktoren, die dem Leistungserstellungs- und Leistungsverwertungsprozess dienen. Dabei wird grundsätzlich zwischen abnutzbaren (z.B. Anlagen, Maschinen) und nicht abnutzbaren Wertanteilen (z.B. Grundstücke, Umlaufvermögen) unterschieden. Die kalkulatorische Abschreibung verrechnet im Unterschied zur bilanziellen Abschreibung nach dem Steuer- oder Unternehmensrecht (AfA, pAvA<sup>121</sup>) die tatsächliche (effektive) Wertminderung als Kosten und muss sich an keine Vorschriften halten.<sup>122</sup>

Als Ausgangsbasis für die Ermittlung der Abschreibung müssen vorab die Nutzungsdauer und der zu Grunde liegende Ausgangswert festgelegt werden. In der ÖBGL<sup>123</sup> wird die **betriebsgewöhnliche Nutzungsdauer** für Baumaschinen als jene durchschnittliche Zeitspanne definiert, in der ein Gerät erfahrungsgemäß bei mittlerer Auslastung (Beschäftigung) und

<sup>121</sup> AfA: „Absetzung für Abnutzung“ (Steuerrecht), pAvA: „planmäßige Abschreibung vom Anlagevermögen“ (Unternehmensrecht).

<sup>122</sup> Vgl. BAUER, U.: Kosten- und Erfolgsrechnung. Skriptum. S. 3-23ff.

<sup>123</sup> GESCHÄFTSSTELLE BAU DER WKÖ: ÖBGL 2009 - Österreichische Baugeräteliste. S. 14.

einschichtigem Betrieb wirtschaftlich und technisch erfolgreich eingesetzt werden kann. Als Einflussgrößen werden der Verschleiß des Gerätes bei Gebrauch, der Reparatur- und Wartungsaufwand, die Wertminderung durch Witterungseinflüsse sowie die technische Überalterung angeführt. In der ÖBGL sind Richtwerte für alle gängigen Baumaschinengattungen, Baugeräte und Baustellenausstattungen zu finden, die sich an amtlichen AfA-Tabellen des deutschen Bundesministeriums für Finanzen orientieren. Für die kalkulatorische Abschreibung ist die Nutzungsdauer in Nutzungsjahren innerbetrieblich frei wählbar, jedoch sind die ÖBGL-Werte als Richtwert anzusehen.<sup>124</sup>

Als Ausgangswert wiederum kommen der **Anschaffungswert** (amortisationsrechnerische Orientierung), der **aktuelle Wiederbeschaffungswert** (Ermittlung von angemessenen „substanzhaltenden“ Preisen) und ein **zukünftiger Wiederbeschaffungswert** in Betracht (dieser beinhaltet Finanzierungsquoten für teurere Ersatz- und Erweiterungsinvestitionen). In der Investitionsrechnung wird im Gegensatz zur Kostenrechnung in der Regel vom Anschaffungswert auszugehen sein. Dieser beinhaltet die Anfangsinvestitionsausgaben (Kaufpreis inklusive Beschaffung, Montage und Inbetriebnahme) sowie eventuelle Folgeinvestitionsausgaben, sofern diese bereits bekannt sind.<sup>125</sup> Die **Abschreibungsrate**  $a_k$  [in €/Jahr] errechnet sich bei linearem Abschreibungsverlauf folgendermaßen:

$$\text{kalk. Abschreibung: } a_k = \frac{\text{abnutzbare Wertanteile}}{\text{Nutzungsdauer}} = \frac{I_A + I_F - L}{ND}$$

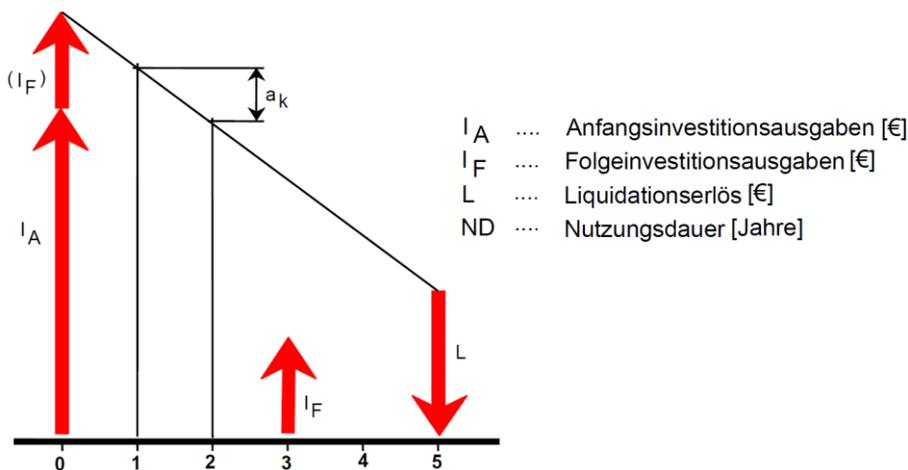


Bild 4-2: Berechnung der kalkulatorischen Abschreibung (linear)<sup>126</sup>

<sup>124</sup> Vgl. HECK, D.; SCHLAGBAUER, D.: Bauwirtschaftslehre VU (Master). Skriptum. S. 307f.

<sup>125</sup> Vgl. BAUER, U.: Betriebswirtschaftslehre Bau. Skriptum. S. 7-21f.

<sup>126</sup> BAUER, U.; UITZ, I.: Betriebswirtschaftslehre Übungen - Teil Investition. Präsentation. S. 23.

Werden die wirtschaftlichen Kriterien im Zuge der Investitionsrechnung mittels eines Gesamtkostenvergleichs (Kostenvergleichsrechnung) gegenübergestellt bzw. mit darauf aufbauender Gewinnvergleichsrechnung, so ist die Ermittlung der jährlichen kalkulatorischen Abschreibungsrate ausreichend. Sollen allerdings Leistungskosten verglichen werden – insbesondere mittels K6E-Kalkulation (und Daten aus der ÖBGL) – so sind weitere Überlegungen notwendig.

Die **K6E-Kalkulation** ist ein Instrument der Kostenrechnung, um Geräte-Beistellkosten pro Monat bzw. Stunde, Gerätekosten pro Stunde bzw. Verrechnungseinheit oder Geräte- bzw. Einheitspreise zu ermitteln. (vgl. Kapitel 3.3.2.1). Wenn diese zur Investitionsrechnung umfunktioniert werden soll, müssen auch die Daten dementsprechend eingegeben werden. Das K6E-Blatt sieht vor, dass für Abschreibung und Verzinsung (A + V) sowie für die Reparaturkosten ein prozentueller monatlicher Satz vom **mittleren Geräteneuwert** eingegeben wird (dieser entspricht dem aktuellen Wiederbeschaffungswert). Diese Prozentsätze werden üblicherweise der **ÖBGL** (Österreichische Baugeräteliste) entnommen, sofern keine genaueren Daten zur Verfügung stehen:

**Tabelle 2: Monatliche Abschreibungssätze (a) in Prozent vom Neuwert in Abhängigkeit von den Vorhaltemonaten (v)**

v [Mon.]	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
a [%]	5,00	4,00	3,33	2,86	2,50	2,22	2,00	1,82	1,67	1,54	1,43

**Tabelle 3: Monatliche Verzinsungssätze (z) und monatliche Abschreibungs- und Verzinsungssätze (k) in Prozent vom Neuwert**

Nutzungs-jahre	Ges.-verzinsungs-jahre	Monatliche Sätze z und k in Prozent vom Neuwert bei Vorhaltemonaten v von:																					
		20		25		30		35		40		45		50		55		60		65		70	
n	%	z	k	z	k	z	k	z	k	z	k	z	k	z	k	z	k	z	k	z	k	z	k
3	9,75	0,49	5,5	0,39	4,4	0,33	3,7	0,28	3,1														
4	13	0,65	5,7	0,52	4,5	0,43	3,8	0,37	3,2	0,33	2,8	0,29	2,5										
5	16,25	0,81	5,8	0,65	4,7	0,54	3,9	0,46	3,3	0,41	2,9	0,36	2,6	0,33	2,3	0,3	2,1	0,27	1,9				
6	19,5	0,98	6,0	0,78	4,8	0,65	4,0	0,56	3,4	0,49	3,0	0,43	2,7	0,39	2,4	0,35	2,2	0,33	2,0	0,30	1,8		
7	22,75	1,14	6,1	0,91	4,9	0,76	4,1	0,65	3,5	0,57	3,1	0,51	2,7	0,46	2,5	0,41	2,2	0,38	2,0	0,35	1,9	0,33	1,8
8	26	1,30	6,3	1,04	5,0	0,87	4,2	0,74	3,6	0,65	3,2	0,58	2,8	0,52	2,5	0,47	2,3	0,43	2,1	0,40	1,9	0,37	1,8
9	29,25	1,46	6,5	1,17	5,2	0,98	4,3	0,84	3,7	0,73	3,2	0,65	2,9	0,59	2,6	0,53	2,4	0,49	2,2	0,45	2,0	0,42	1,8
10	32,5	1,63	6,6	1,30	5,3	1,08	4,4	0,93	3,8	0,81	3,3	0,72	2,9	0,65	2,7	0,59	2,4	0,54	2,2	0,50	2,0	0,46	1,9
12	39	1,95	7,0	1,56	5,6	1,30	4,6	1,11	4,0	0,98	3,5	0,87	3,1	0,78	2,8	0,71	2,5	0,65	2,3	0,60	2,1	0,56	2,0
15	48,75	2,44	7,4	1,95	6,0	1,63	5,0	1,39	4,3	1,22	3,7	1,08	3,3	0,98	3,0	0,89	2,7	0,81	2,5	0,75	2,3	0,70	2,1

Bild 4-3: Monatliche Sätze für Abschreibung und Verzinsung in der ÖBGL<sup>127</sup>

Der prozentuelle Abschreibungssatz wird in der ÖBGL in Abhängigkeit von den sogenannten **Vorhaltemonaten** bestimmt, der Verzinsungssatz ist zusätzlich von der Nutzungsdauer abhängig.<sup>128</sup> (In Bild 4-3 ist die Ermittlung der beiden Werte für ein Gerät mit fünfjähriger Nutzungsdauer und 50 Vorhaltemonaten ersichtlich). Die Vorhaltemonate sind in der ÖBGL das Maß für die tatsächliche durchschnittliche Einsatzdauer der

<sup>127</sup> GESCHÄFTSSTELLE BAU DER WKÖ: ÖBGL 2009 - Österreichische Baugeräteliste. S. 16.

<sup>128</sup> Der prozentuelle monatliche Abschreibungssatz a ergibt sich aus der Formel: a = 100 / Vorhaltemonate v [%].

Baugeräte, da diese erfahrungsgemäß nicht während der gesamten Nutzungsdauer tatsächlich eingesetzt werden können.<sup>129</sup>

Diese Vorgehensweise ist sehr sinnvoll, da die Abschreibung nur auf jene Monate verteilt wird, in denen das Baugerät auch tatsächlich auf der Baustelle verfügbar ist. Bei fünfjähriger Nutzungsdauer könnten theoretisch 60 Nutzungsmonate erreicht werden, allerdings ist aus langjähriger Praxiserfahrung bekannt, dass dieser Wert nicht realistisch ist. Eine Verteilung der Abschreibung auf 60 Monate würde einen **Beschäftigungsgrad** von 100 % bedeuten und ungedeckte Leerkosten nach sich ziehen, da dieser Wert von vornherein nicht erreichbar ist. Daher wird die Abschreibung nur auf die sogenannten Vorhaltemonate verteilt. Der Beschäftigungsgrad für Baugeräte während ihrer Lebensdauer ist laut ÖNORM B 2061 als „Verhältnis der Summe der Beistellungszeiten eines Baugerätes zu seiner Nutzungsdauer“ definiert:

$$BG [\%] = \frac{\sum \text{der Beistellungszeiten}}{\text{Nutzungsdauer}}$$

Es erfolgt keine weitere Aussage, wie viel Prozent der Beistellungszeiten tatsächlich als Arbeits- oder Betriebszeit zur Verfügung stehen. Auch dieses Verhältnis könnte in einem Beschäftigungsgrad ausgedrückt werden.

Nun sind bereits sehr viele **Zeitbegriffe** genannt worden, die zum besseren Verständnis einer klaren Strukturierung bedürfen. Bild 4-4 veranschaulicht die Gerätezeiten nach *Oberndorfer/Jodl* bzw. ÖNORM B 2061.

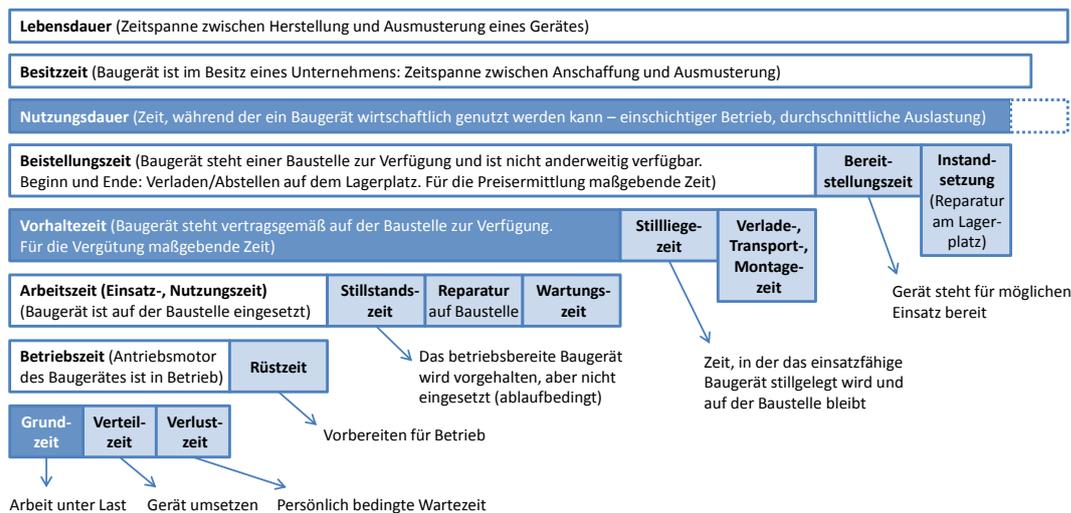


Bild 4-4: Die Zeitbegriffe für Baugeräte nach *Oberndorfer/Jodl* bzw. ÖNORM B 2061<sup>130</sup>

<sup>129</sup> Vgl. GESCHÄFTSSTELLE BAU DER WKÖ: ÖBGL 2009 - Österreichische Baugeräteliste. S. 15ff.

<sup>130</sup> i. A. an OBERNDORFER, W. J.; JODL, H. G.: Handwörterbuch der Bauwirtschaft. S. 74.

Die ÖBGL setzt die Beistellungszeit mit der Vorhaltezeit gleich, d.h. die in obiger Grafik ersichtliche Beistellungszeit wird auch als „Vorhaltezeit“ bezeichnet und beinhaltet Stillliege- sowie Verlade-, Transport- und Montagezeit. Dieser Zeitbegriff beschreibt den Zeitraum, in welchem ein Gerät einer Baustelle zur Verfügung steht und nicht anderweitig verwendet werden kann, wobei die **Summe aller Vorhaltezeiten** – in Monaten ausgedrückt – die **Vorhaltemonate ergibt**. Dieser Aspekt ist in Bild 4-4 nicht explizit dargestellt, wahrscheinlich aus Gründen der Übersichtlichkeit. Für ein Baugerät, das während der Nutzungsdauer auf nur einer Baustelle eingesetzt wird, entspricht die Beistellungs- bzw. Vorhaltezeit auf der Baustelle den gesamten Vorhaltemonaten, ansonsten setzen sich die Vorhaltemonate aus den Beistellungszeiten mehrerer Baustellen zusammen.

Die ÖBGL dient auch als Nachschlagwerk für den mittleren Geräteneuwert und die Nutzungsdauer, sofern dafür keine konkreten Werte verfügbar sind. Die **mittleren Neuwerte** basieren auf gemittelten Listenpreisen der gebräuchlichsten Fabrikate, werden jährlich aktualisiert und stellen sicher, dass am Ende der Nutzungsdauer ein technisch und leistungsmäßig gleichwertiges Gerät wiederbeschafft werden kann – d.h. der mittlere Neuwert entspricht dem aktuellen Wiederbeschaffungswert. Für die Investitionsrechnung ist der Ansatz des aktuellen Wiederbeschaffungswertes zwar unüblich, jedoch vertretbar, sofern dieser in gleicher Weise für alle Investitionsalternativen herangezogen wird. Mittels Großhandelspreisindex für Baumaschinen, herausgegeben von der Statistik Austria, können die in der ÖBGL 2009 auf Preisbasis 2008 angegebenen Neuwerte auf frühere und spätere Preisbasen umgerechnet werden.

Abschließend soll bei der Ermittlung der kalkulatorischen Abschreibung nicht unerwähnt bleiben, dass es auch Alternativen zur vorgestellten, linearen Berechnungsmethode gibt. Einerseits kann eine **degressive, progressive** oder **leistungsbezogene** Abschreibungsart gewählt werden, andererseits könnte die Abschreibung für Baumaschinen laut *Raaber*<sup>131</sup> explizit nach einem Zusammenspiel der **Abschreibungsursachen** ermittelt werden (zeitliche Wertminderung, Wertminderung durch Nutzung und/oder Wertminderung durch technische Überalterung). Allerdings ist hierbei als Kritik anzumerken, dass in großen Maschinenfuhrparks oft mehrere gleichartige Baumaschinen verschiedenen Alters vorhanden sind und in der Phase der Angebotsbearbeitung bzw. Einsatzplanung schwer auszumachen ist, welche konkreten Maschinen später tatsächlich verfügbar sein werden. Aus diesem Grund werden in der ÖBGL nur mittlere, altersunabhängige Abschreibungskosten angesetzt.<sup>132</sup>

<sup>131</sup> Vgl. RAABER, N.: Heft 12 - Beitrag zur Ermittlung von Baugerätekosten. Schriftenreihe. S. 46ff.

<sup>132</sup> Vgl. GESCHÄFTSSTELLE BAU DER WKÖ: ÖBGL 2009 - Österreichische Baugerätliste. S. 16.

Die **kalkulatorische Verzinsung** basiert auf der Überlegung, dass sich das in einem Investitionsprojekt gebundene Kapital verzinsen soll, da es keiner alternativen Verwendung zugeführt werden kann. Die Zinsen werden dabei vom sogenannten **mittleren gebundenen Kapital**  $K_m$  berechnet. Dieser Wert kann mit oder ohne Einbeziehung der jährlichen kalkulatorischen Abschreibungsrate berechnet werden:<sup>133,134</sup>

$$K_m = \frac{I_A + (I_F) + L}{2} \quad \text{bzw.} \quad K_m = \frac{I_A + L + a_k}{2} \quad (\text{kurze Nutzungsdauer})$$

$K_m$ [€]	...	mittleres gebundenes Kapital
$I_A$ [€]	...	Anfangsinvestitionsausgaben
$I_F$ [€]	...	Folgeinvestitionsausgaben
$L$ [€]	...	Liquidationserlös, Restwert
$a_k$ [€/Jahr]	...	kalkulatorische Abschreibung

Als Zinssatz dient der **kalkulatorische Zinssatz**  $i_k$  (Kalkulationszinssfuß), der bereits in Kapitel 3.3.2.5 ausführlich erläutert wurde. Die **durchschnittliche jährliche Verzinsung**  $Z_k$  [in €/Jahr] wird folgendermaßen berechnet:

$$\text{kalk. Verzinsung: } Z_k = K_m * i_k$$

$Z_k$ [€/Jahr]	...	durchschnittliche jährliche Verzinsung
$i_k$ [% p.a.]	...	kalkulatorischer Zinssatz

Die in der ÖBGL angegebenen prozentuellen **monatlichen** Verzinsungssätze beziehen sich wie bei der Abschreibung auf den mittleren Geräteneuwert und legen einen kalkulatorischen Zinsfuß von 6,5 % p.a. zugrunde. Die Berechnung erfolgt an Hand der Formel:

$$\text{monatl. Verzinsungssatz } z [\%] = \frac{\text{Zinsfuß} * \text{Nutzungsdauer}}{2 * \text{Vorhaltemonate}}$$

Analog zum prozentuellen monatlichen Abschreibungssatz wird der Verzinsungssatz auf die gesamten Vorhaltemonate des Geräts bezogen. Durch Multiplikation mit dem mittleren Geräteneuwert erhält man die monatlichen Zinsen. In der ÖBGL wird auch ein kombinierter monatlicher Prozentsatz für Abschreibung und Verzinsung (A+V) – dem sogenannten Kapitaldienst – angegeben, der direkt in die K6E-Kalkulation übertragen werden kann. Mitunter müssen die prozentuellen Werte aus der ÖBGL abgemindert werden, um sie mit der Realität in Einklang zu bringen.

<sup>133</sup> Vgl. BAUER, U.: Betriebswirtschaftslehre Bau. Skriptum. S. 7-22f.

<sup>134</sup> Vgl. FISCHER, E.: Finanzwirtschaft für Anfänger. S. 22.

Abschließend soll noch kurz von alternativen Finanzierungsformen einer Baumaschine die Rede sein – sprich von **Miete, Mietkauf und Leasing**. Die Entscheidung, ob eine Baumaschine gekauft, gemietet oder geleast wird, hängt primär von der Finanzierungssituation – d.h. der Liquidität und dem Finanzplan – des Unternehmens ab, das die Baumaschine beschaffen will. Außerdem spielen der geplante Beschäftigungsgrad, die Größe des Unternehmens sowie die Unternehmensstrategie eine Rolle bei dieser Entscheidung. Auf den ersten Blick erscheint die Finanzierungsform irrelevant für die Auswahl der optimalen Baumaschine. Auf welche Art und Weise eine Baumaschine im Endeffekt finanziert wird, birgt im Vergleich zu Konkurrenzprodukten weder Vor- noch Nachteile, da alle Hersteller bzw. Händler bemüht sind, dem potentiellen Kunden sämtliche Finanzierungsformen anzubieten. Allerdings können sich sehr wohl Unterschiede in der zu Grunde gelegten Verzinsung, den Konditionen oder dem Service ergeben. Daher werden die Finanzierungsformen nun kurz vorgestellt, um in weiterer Folge deren Einbeziehung in die Investitionsentscheidung berücksichtigen zu können. An dieser Stelle sei auf die ausführliche Behandlung dieser Thematik bei *Seidel*<sup>135</sup> verwiesen.

In einem von der GEFA – der Wuppertaler Gesellschaft für Absatzfinanzierung – veröffentlichten Artikel ist zu lesen, dass Bauunternehmen traditionell noch immer einen Großteil ihrer Investitionsvorhaben über das klassische Darlehen finanzieren. Dabei handelt es sich um einen **Kauf** mittels Fremdkapital, der vor allem auf den Erwerb des Eigentums abzielt.<sup>136</sup> *Seidel* nennt als weitere Vorteile die individuellen Ausstattungsmöglichkeiten, den neuen Entwicklungsstand und die Möglichkeit einer Instandhaltung ohne Genehmigung Dritter. Ebenso muss festgehalten werden, dass sich mit einer vollständig abgeschriebenen Baumaschine höhere Gewinne erwirtschaften lassen – dies setzt natürlich die technische Einsatzfähigkeit voraus. Dieser Vorteil entfällt bei Leasing- oder Mietgeräten. Nachteilig beim Kauf sind vor allem der zu leistende hohe Einmalbetrag (dieser reduziert die Liquidität bzw. den Kreditrahmen), das Investitionsrisiko und die Aufnahme der Baumaschine ins Anlagevermögen (dies verschlechtert bei Fremdfinanzierung die Eigenkapitalquote). Miet- und Leasing-Modelle versprechen Abhilfe dagegen.

Der sogenannte **Mietkauf** ist zwischen Kauf und Miete angesiedelt und entspricht wirtschaftlich einem Ratenkauf, wobei der Mietkäufer von Beginn an als Eigentümer auftritt, der Verkäufer jedoch bis zur vollständigen Bezahlung den Eigentumsvorbehalt behält.<sup>137</sup> Beim Mietkauf verbessert sich die Liquidität, allerdings wird die Baumaschine wie beim reinen

<sup>135</sup> Vgl. SEIDEL, K. B.: Kreditkauf, Miete und Leasing ausgewählter Baugeräte. Diplomarbeit. S. 3ff.

<sup>136</sup> Vgl. GEFA GESELLSCHAFT FÜR ABSATZFINANZIERUNG: Finanzieren - Leasen - Mieten ?. In: Baumarkt + Bauwirtschaft, 6/2011. S. 30f.

<sup>137</sup> Vgl. MELZER, H.: Leasing als Alternative. In: Österreichische Bauzeitung, 37/2010. S. 14ff.

Kauf ins Anlagevermögen aufgenommen, sprich aktiviert. Weiters trägt der Käufer die Reparatur- und Wartungskosten und darf zumeist keine Änderungen am Gerät durchführen.

Auch mit einem **Leasingvertrag** mit vertraglicher Kaufoption nach Ablauf der Grundmietzeit lässt sich ein ähnlicher Effekt hinsichtlich der Liquidität und des Eigentumserwerbs erzielen. Dabei spricht man vom sogenannten „Finanzierungs-Leasing“ (mit Teil- oder Vollamortisation), das dem Leasinggeber die Anschaffungskosten samt Zinsen, Versicherung und Betriebskosten abdeckt. Im Unterschied dazu wird dem Leasingnehmer beim „Operating-Leasing“ das Leasing-Objekt nur kurzfristig und ohne Kaufoption zur Verfügung gestellt.<sup>138</sup> Generell wird ein Leasingobjekt nicht bilanziell aktiviert, d.h. weder das Objekt noch die Finanzierung scheinen in der Bilanz auf – die zugehörige Leasingrate wird als Aufwand verbucht. Bei Leasingverträgen können auch maßgeschneiderte Nutzungsdauern, angepasste Leasingraten („Pay-as-you-earn“), gekoppelte Serviceleistungen oder eine Restwertabsicherung durch Rückkaufvereinbarungen vereinbart werden. Neben all diesen Vorteilen sind bei Leasingverträgen aber auch einige Nachteile impliziert:

Erstens bleibt der Leasinggeber alleiniger Eigentümer des Objektes und überlässt dieses dem Leasingnehmer (Nutzer) nur gegen Raten über die vereinbarte Laufzeit – nach Ablauf der Zeitspanne wird das Leasingobjekt i.d.R. an den Eigentümer zurückgegeben. Dem Nutzer erwächst daraus eine Zahlungsverpflichtung, deren Nichterfüllung zum Entzug des Objektes führt. Weiters kann ein Ausstieg aus dem Vertrag Aufschlagszahlungen zur Folge haben und es kann eine Kilometerbeschränkung geben. Außerdem darf die Baumaschine möglicherweise nicht ins Ausland gebracht oder verborgt werden, der Verkauf ist keinesfalls erlaubt. Zusätzlich trägt der Leasingnehmer auch oft das volle Risiko für Wartung und Instandhaltung. Als letzter Punkt dürfen nicht die höheren Kosten im Vergleich zum Kauf vergessen werden, die oft auf verpflichtende Versicherungen zurückzuführen sind. Zusammenfassend nennt *Melzer* drei Punkte, bei denen Leasing für Baumaschinen interessant erscheint: das Anstreben einer geringen Eigenkapitalquote, das Fehlen von Sicherheiten für einen Kredit sowie der Bedarf teurer Maschinen, die immer auf dem neuesten Stand sein sollen.<sup>139</sup>

Aus einem **gemieteten** Gerät wiederum erwachsen keine Verpflichtungen, vielmehr steht die Baumaschine pünktlich, einsatzbereit und in gutem technischen Zustand auf der Baustelle zur Verfügung. Die Mietraten werden natürlich höher sein, allerdings entfallen die Kapitalbindung und das Investitionsrisiko.<sup>140</sup> Weiters fallen die gut kalkulierbaren Mietkosten

<sup>138</sup> Vgl. HÖLSCHER, R.: Investition, Finanzierung und Steuern. S. 291f.

<sup>139</sup> Vgl. MELZER, H.: Leasing als Alternative. In: Österreichische Bauzeitung, 37/2010. S. 14ff.

<sup>140</sup> Vgl. HELMUS, M.; RAAZ, V.: Baumaschinen kaufen oder mieten?. In: BMT Baumaschine + Bautechnik, 3/1996. S. 8f.

nur während der benötigten Dauer an und bieten höchste Flexibilität bei geringen Liquiditätseinbußen. Es ist auch davon auszugehen, dass ein Maschinenausfall vom Vermieter so schnell wie möglich behoben oder das Gerät ausgetauscht wird – wobei der Vermieter die Reparaturkosten trägt. Dieses Modell ist insbesondere für den kurzfristigen Baumaschinenbedarf sehr gut geeignet. Als Nachteil bleibt neben den höheren Kosten zu erwähnen, dass die Mietpartner möglicherweise nicht das ideale Gerät zur Verfügung haben.

Was haben die unterschiedlichen Finanzierungsformen nun für einen Einfluss auf den Vergleich von Baumaschinen verschiedener Hersteller zur Auswahl der optimalen Variante? Möglicherweise unterscheiden sich die speziellen Konditionen der Händler oder Hersteller dermaßen, dass es notwendig erscheint, ein Mietgerät einem Kaufgerät und einem Leasinggerät gegenüberzustellen, oder dieselben Baumaschinen mit unterschiedlichen Finanzierungsarten zu vergleichen. Wird dazu die K6E-Kalkulation herangezogen, erkennt man sogleich, dass die Berücksichtigung von **Leasing- und Mietraten** nicht vorgesehen ist. Behelfsmäßig kann die Leasing- oder Mietrate anstelle des aus dem mittleren Neuwert berechneten Wertes für A+V (Abschreibung und Verzinsung) eingesetzt werden (Bereich B), wobei der Wert nur mehr auf andere Einheiten umgerechnet wird. Eine Trennung in Lohn-, Stoff- und Gerätekosten ist nicht möglich, die Summe kann unter Gerätekosten geführt werden. Für Leasingverträge, bei denen der Nutzer für die Reparatur aufkommt, wird diese wie bei einem Kaufgerät eingegeben. Die **Leasingkosten inkl. Reparatur** bzw. die **Mietkosten** sind mit den **Beistellkosten (bzw. Vorhaltekosten) eines Kaufgerätes vergleichbar** – somit können Baumaschinen mit unterschiedlichen Finanzierungsformen gut verglichen werden.

Stk	ÖBGL - Nr	Bezeichnung	kW	Masse	Mittl.NW.	A+V		Reparatur	
						%	€	%	€
1,00	3135-0160	Hydraulikb. auf Raupen	75,00	16,00			3.300,00		
1,00	3182-0080	Tiefelöffel		0,70			150,00		
C		Summe :	75,00	16,70 to			3.450,00		
D		GHP - Index							
E		Abminderung A+V und REP							
		Aufteilung Reparatur nach Lohn / Stoff							
		Kostenentwicklung je Einheit				LohnStd	Lohn S	Stoff S	Gerät S
F		Beistellkosten je Monat							3.450,00
G		Beistellkosten je Stunde		169,0	h/mon				20,41
H		Bedienung			incl. Wartung	1,10			

Tabelle 4-1: K6E-Kalkulation für ein Mietgerät

#### 4.1.2 Instandhaltung: Wartung, Inspektion, Instandsetzung, Verbesserung

Eine fundierte Befassung mit der Instandhaltungsthematik von Baumaschinen macht es unerlässlich, die in der Praxis oft fälschlich verwendeten Begriffe klar zu strukturieren, um in Gesprächen u. dgl. von der gleichen Basis ausgehen zu können. In der ÖNORM EN 13306<sup>141</sup>, die als Europäische Norm von sämtlichen CEN-Mitgliedern (Europäisches Komitee für Normung) als nationale Norm umzusetzen ist, und der DIN 31051 finden sich dazu folgende Begriffsbestimmungen:

Unter dem übergeordneten Begriff der **Instandhaltung** werden sämtliche technische-, administrative- und Managementmaßnahmen während des Lebenszyklus einer Einheit verstanden, die dem Erhalt oder der Wiederherstellung ihres funktionsfähigen Zustandes dienlich sind. Die Instandhaltung umfasst dabei die Begriffe der **Wartung**, **Inspektion**, **Instandsetzung** und **Verbesserung**.

- Unter **Wartung** werden in der DIN 31051 „Maßnahmen zur Verzögerung des Abbaus des vorhandenen Abnutzungsvorrats“ verstanden. Wartung steht also für eine routinemäßige Pflege der Baumaschine, um den Sollzustand zu bewahren. Dazu können Wartungsunterlagen der Hersteller herangezogen werden, die Wartungs- und Schmierpläne sowie Schmierstofftabellen enthalten. Zu den Tätigkeiten der Wartung zählen beispielsweise Öl- und Filterwechsel, Reinigung, Abschmieren, einfache Nachstellarbeiten oder das Einstellen von Steuerungssystemen. Von den Herstellern wird generell eine hohe **Wartungsfreundlichkeit** angestrebt (Life-time-Schmierung, gute Zugänglichkeit, lange Wartungsintervalle, Reduzierung der Schmierstoffsorten, Vereinheitlichung der Wartungsarbeiten etc.).<sup>142,143</sup>
- Unter dem Begriff **Inspektion** werden in der DIN 31051 „Maßnahmen zur Feststellung und Beurteilung des Istzustandes einer Betrachtungseinheit einschließlich der Bestimmung der Ursachen der Abnutzung und dem Ableiten der notwendigen Konsequenzen für eine künftige Nutzung“ zusammengefasst. Die Inspektion kann geplant oder ungeplant, laufend oder zufällig erfolgen.
- Die **Instandsetzung** umfasst sämtliche „Maßnahmen zur Rückführung einer Betrachtungseinheit in den funktionsfähigen Zustand, mit Ausnahme von Verbesserungen“. Dies bedeutet die notwendige Wiederherstellung der uneingeschränkten Leistungs-

<sup>141</sup> Vgl. ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSIKITUT: ÖNORM EN 13306:2010 - Instandhaltung - Begriffe der Instandhaltung. ÖNORM. S. 1ff.

<sup>142</sup> Vgl. HAAG, G.: Planmäßige Instandhaltung von Baumaschinen. S. 3ff.

<sup>143</sup> Vgl. DREES, G.; HENSLER, F.: Instandhaltung von Baumaschinen. S. 11ff., 110.

fähigkeit durch Instandsetzung bzw. Austausch von beschädigten Einzelteilen oder Baugruppen, um die Gebrauchsfähigkeit (den Sollzustand) des Betriebsmittels wiederherzustellen. Eine störungsbedingte Instandsetzung wird in der Praxis überwiegend als **Reparatur** bezeichnet.<sup>144</sup>

- Unter einer **Verbesserung** wird schließlich die Kombination aller Maßnahmen verstanden, um eine Steigerung der Funktionssicherheit einer Betrachtungseinheit zu erreichen, ohne dabei die geforderte Funktionalität zu ändern.

Bei *Haag* findet sich eine Gliederung der Instandhaltungsbegriffe:

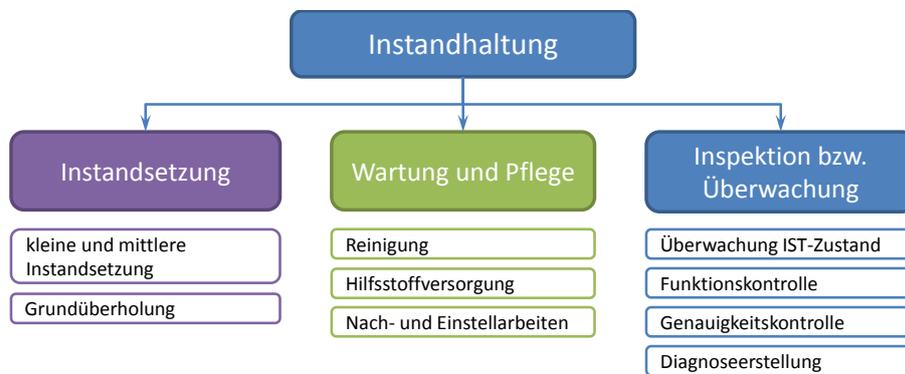


Bild 4-5: Gliederung der Instandhaltungsbegriffe<sup>145</sup>

Die **Ursachen** für Baumaschinenschäden können vielfältig sein, wobei nur der erste Aspekt tatsächlich unabwendbar ist:<sup>146</sup>

- normaler Verschleiß
- Bedienungs- und Benutzungsfehler
- Wartungs- und Instandsetzungsfehler
- Werkstofffehler
- Berechnungs-, Konstruktions- und Fertigungsfehler.

Der zweite und dritte Punkt kann durch sorgfältige Beachtung der Bedienungs-, Wartungs- und Instandsetzungsanweisungen vermieden werden – dementsprechend wichtig erscheint eine gute Qualifikation der Maschinenführer. Unter einem Benutzungsfehler versteht man die Überlastung der Konstruktion oder Verminderung der Standsicherheit aufgrund eines falschen Arbeitseinsatzes, wie es das Vollbringen von angeordneten oder freiwilligen „Kunststücken“ darstellt.

<sup>144</sup> Vgl. HAAG, G.: Planmäßige Instandhaltung von Baumaschinen. S. 3ff.

<sup>145</sup> i. A. an HAAG, G.: Planmäßige Instandhaltung von Baumaschinen. S. 5.

<sup>146</sup> Vgl. DREES, G.; HENSLER, F.: Instandhaltung von Baumaschinen. S. 23f.

Hinsichtlich der Verschleißarten lässt sich Verschleiß bei der Berührung von **Metall mit Baustoffen** (e.g. Raupenglieder), **Metall mit Metall** (e.g. Bolzen und Lager), **Metall mit strömenden Medien** (Hydraulikpumpe) oder **Materialermüdung** (schlagartiger Bruch) unterscheiden.<sup>147</sup> Alternativ lässt sich Verschleiß bei gleitender oder rollender Reibung, bei Berührung der Gleitflächen unter Wechselbeanspruchung und Verschleiß durch bewegte und feste Verschleißmittel unterscheiden.<sup>148</sup>

Als nächster Punkt soll kurz auf verschiedene **Instandhaltungsstrategien** eingegangen werden, die den Zeitpunkt der Instandhaltungsmaßnahmen regeln. Dabei können als Ziel eine möglichst hohe Zuverlässigkeit, geringe reparaturbedingte Ausfallzeiten oder ein Minimum an Instandhaltungskosten angestrebt werden:<sup>149,150,151</sup>

- **Schadensreparaturmethode:**  
Es wird keine vorbeugende Instandhaltung betrieben, vielmehr wird die Maschine solange eingesetzt, bis eine Störung auftritt. Bei dieser Vorgehensweise ist eine planmäßige Bereitstellung von Ersatzteilen nicht möglich, wodurch sich längere Wartezeiten und Folgekosten ergeben können – dies ist insbesondere bei Gerätekettens relevant, da der Ausfall eines kritischen Gerätes lange Stillstandszeiten<sup>152</sup> für alle anderen Geräte bewirken kann.
- **Präventive Instandhaltung:** Instandhaltung, die in festgelegten Zeitabständen oder vorgeschriebenen Kriterien abläuft, um die Ausfallswahrscheinlichkeit zu vermindern.
  - **Zustandsorientierte Instandhaltung (Inspektionsmethode):**  
Diese Methode sieht periodische Überprüfungen der Maschinen durch Inspektionen vor, um eine rechtzeitige Anordnung notwendiger Instandhaltungstätigkeiten zu ermöglichen. Es erfolgt eine Kombination aus Zustandsüberwachung und/oder Konformitätsprüfung und/oder Prüfverfahren und Analysen.
  - **Vorausbestimmte Instandhaltung (Instandhaltung nach Anweisungen, planmäßige Instandhaltung):**  
Die vorausbestimmte Instandhaltung wird in festgelegten Zeitabständen oder nach einer festgelegten Zahl von Nutzungseinheiten durchgeführt, jedoch ohne vorherige Zustandsermittlung.

<sup>147</sup> Vgl. HAAG, G.: Planmäßige Instandhaltung von Baumaschinen. S. 6f.

<sup>148</sup> Vgl. KLOTZSCHE, G.; NOWITZKI, H.: Baumechanisierung und Baumaschinen. S. 194.

<sup>149</sup> Vgl. DREES, G.; HENSLER, F.: Instandhaltung von Baumaschinen. S. 12f.

<sup>150</sup> Vgl. HAAG, G.: Planmäßige Instandhaltung von Baumaschinen. S. 15ff.

<sup>151</sup> ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSMANAGEMENT: ÖNORM EN 13306:2010 - Instandhaltung - Begriffe der Instandhaltung. ÖNORM. S. 12f.

<sup>152</sup> Vgl. Zeitbegriffe in Kapitel 4.1.1.

Es können Anweisungen der Hersteller vorhanden sein oder es erfolgt die geplante Erneuerung noch betriebsfähiger Teile, Baugruppen oder Elemente nach deren Ausfallverhalten. Auf Grund der Streuung statistischer Werte ist diese Methode nur für bestimmte Elemente geeignet (z.B. Ölwechsel nach festgelegten Betriebsstunden, Wartungsintervalle).

In der Praxis werden von den Herstellern auch **Wartungs-** und **Inspektionsverträge** angeboten, wobei die Arbeiten i.d.R. pauschal abgerechnet werden. Reparaturverträge finden sich dagegen sehr selten.<sup>153</sup> Generell fallen diese Punkte in den Bereich des „**After-Sales-Managements**“ von Baumaschinenherstellern, zusammen mit Service, Ersatzteilbeschaffung, Reparatur und Reklamation. Ob sich derartige Verträge für die Baufirmen rechnen, richtet sich nach dem Spezialisierungsgrad der Baumaschinen, nach eventuell intern vorhandenen Geräteverwaltungsabteilungen bzw. Fachkräften und der Grundsatzentscheidung, ob sich das Unternehmen dieses Service leisten kann und will.

Ungeachtet dessen, welche Strategie in der Instandhaltung angewendet wird, sollte das Hauptaugenmerk auf der Ermittlung der **Kosten** liegen, die die Instandhaltungsmaßnahmen nach sich ziehen. Je nachdem, ob die Instandhaltung unternehmensintern durchgeführt oder extern vergeben wird, können die Kosten mehr oder weniger detailliert erfasst werden. Bei ersterem liefert die Kostenrechnung eine detaillierte Aufschlüsselung der Kostenstruktur (Kostenarten-, Kostenstellen- und Kostenträgerrechnung), bei Zweiterem sind nur die Gesamtbeträge bekannt. Generell ist es natürlich vorteilhaft, die Kosten so detailliert wie möglich zu erfassen.

Im optimalen Fall können die Instandhaltungskosten sogar fein aufgeschlüsselt mit dem jeweiligen Zahlungszeitpunkt erfasst werden (dies setzt eine vorausbestimmte Instandhaltung mit konkreten Wartungs- und Instandhaltungsintervallen voraus), um sie in die dynamisch berechneten Life Cycle Costs eingliedern zu können. Ist dies nicht möglich, muss mit kalkulatorischen Durchschnittswerten (e.g. Jahresdurchschnittswerten) vorliebgenommen werden, die unternehmensintern ermittelt werden sollten. Da die Reparaturkosten mit der Nutzungsdauer ansteigen, könnten auch die Durchschnittswerte über die Nutzungsdauer erhöht werden (vgl. „Life Cycle Aspekt“ in Kapitel 3.3.2.11). Für die Zwecke der Investitionsrechnung im Baumaschinenvergleich ist diese Vorgehensweise durchaus sinnvoll. Für die Kalkulation ist laut ÖBGL<sup>154</sup> allerdings nur die Verrechnung altersunabhängiger Durchschnittskosten praktikabel zu bewerkstelligen, da bei der Angebotsbearbeitung nicht absehbar ist, wel-

<sup>153</sup> Vgl. DREES, G.; HENSLER, F.: Instandhaltung von Baumaschinen. S. 88f.

<sup>154</sup> GESCHÄFTSSTELLE BAU DER WKÖ: ÖBGL 2009 - Österreichische Baugeräteliste. S. 16ff.

ches Gerät später auch tatsächlich zur Verfügung stehen wird (i.d.R. befinden sich im Maschinenpark mehrere gleichartige Baumaschinen unterschiedlichen Alters).

Liegen auch derartige Daten nicht vor, kann mit den **Reparaturkostenansätzen** aus der **ÖBGL** gerechnet werden, allerdings können diese stark von der Realität abweichen. Das sogenannte Reparaturentgelt wird als Durchschnittswert über die gesamte Nutzungsdauer angegeben, und zwar in **monatlichen Prozentsätzen** vom mittleren Neuwert, bezogen auf die **Vorhaltemonate** (vgl. Abschreibung und Verzinsung). Diese Werte sind auf die Eingabe im K6E-Blatt abgestimmt. Den Werten liegen mittelschwere Betriebsbedingungen bei überwiegend normaler Arbeitszeit und angemessener Wartung und Pflege zu Grunde.

Das Reparaturentgelt umfasst die für die Erhaltung bzw. Wiederherstellung der Einsatzbereitschaft erforderlichen Arbeiten (**Lohnaufwand**) sowie den erforderlichen Austausch von Ersatzteilen, Aggregaten, Arbeits-einrichtungen, Konstruktionsteilen und Materialien (**Stoffaufwand**, „Sontiges“) im Verhältnis 60 zu 40 % (in der Praxis ist auch 40 zu 60 % gebräuchlich). Weiters sind die Kosten von Verschleißteilen enthalten, außer dieselben sind in der ÖBGL bei der jeweiligen Geräteart explizit als Verschleißteil angeführt. Derartige Verschleißteile sind im Reparaturentgelt nicht enthalten, ebenso wenig **Wartung und Pflege, Überprüfungen** und das Beseitigen von Gewaltschäden.<sup>155</sup> Die Lohnkosten der Wartung werden im K6E-Blatt unter den Bedienungskosten erfasst, die Stoffkosten der Wartung (e.g. Schmierstoffe) unter den Betriebsstoffkosten.

Zuletzt soll nicht unerwähnt bleiben, dass die Instandhaltung neben Lohn- und Stoffkosten (Materialkosten) bzw. Kosten für Fremdleistungen auch **Folgekosten** bei Ausfall einer Baumaschine nach sich ziehen kann. Folgekosten entstehen einerseits an der Maschine, falls weitere Einzelteile mitbeschädigt werden. Diese Schäden sind schwer vorhersehbar, können aber unter den Instandhaltungskosten subsummiert werden. Viel wesentlicher sind Folgekosten **auf der Baustelle**, die sich durch Ausfall eines kritischen Gerätes in einer Geräte-kette bzw. eines Engpassgerätes ergeben.<sup>156</sup> Hier kann jeder reparaturbedingte Ausfallstag auch hohe Stillstandszeiten anderer Geräte und insgesamt hohe ungedeckte Kosten bedeuten. Daher ist eine regelmäßige Inspektion ratsam und störungsanfällige Baumaschinen sollten bei der Investitionsentscheidung ausgeschieden werden. Die Umsetzung erweist sich allerdings als schwierig, da i.d.R. kein Hersteller angibt, wie oft sein Gerät störungsbedingt ausfallen wird – das wäre eine schlechte Verkaufsstrategie. Somit ist die Erfassung der Folgekosten in der Investitionsrechnung nicht wirklich möglich.

<sup>155</sup> Vgl. GESCHÄFTSSTELLE BAU DER WKÖ: ÖBGL 2009 - Österreichische Baugeräteliste. S. 18.

<sup>156</sup> Vgl. HAAG, G.: Planmäßige Instandhaltung von Baumaschinen. S. 87ff.

### 4.1.3 Betriebsstoffkosten

Der Betrieb einer Baumaschine verursacht sogenannte Betriebsstoffkosten, die aus dem Verbrauch von Treibstoff, Schmierstoffen und einem eventuellen Stromverbrauch resultieren. Die Betriebsstoffkosten werden auf eine durchschnittliche Betriebsstunde bezogen und basieren meist auf Nachkalkulations- oder Erfahrungswerten. Generell wird die Höhe dieser Kosten von der Einsatzart und dem Alter der Baumaschine beeinflusst. Als Richtwert für den **Treibstoffverbrauch** kann ein Wert zwischen 0,15 und 0,23 Liter Diesel/kWh angegeben werden.<sup>157</sup> Durch die Entwicklung verbrauchsreduzierter Aggregate erscheint mittlerweile auch ein Treibstoffverbrauch unter 0,1 l/kWh als realistisch. Zur Berechnung der **Treibstoffkosten pro Betriebsstunde** wird der Treibstoffverbrauch mit der Motorleistung der Baumaschine und dem Treibstoffpreis pro Liter multipliziert:

$$\frac{\text{Treibstoffkosten} \left[ \frac{\text{€}}{\text{h}} \right]}{\text{Betriebsstunde} \left[ \frac{\text{h}}{\text{h}} \right]} = \text{Verbrauch} \left[ \frac{\text{l}}{\text{kWh}} \right] * \text{Leistung} [\text{kW}] * \text{Preis} \left[ \frac{\text{€}}{\text{l}} \right]$$

Die aus der Wartung resultierenden **Schmierstoffkosten** werden zu meist als Prozentsatz zwischen 10 und 25 % zu den Treibstoffkosten hinzuaddiert. Im K6E-Blatt werden üblicherweise 20 % angesetzt.

Die Ermittlung eventueller **Stromkosten** erfolgt in analoger Weise über den Stromverbrauch in kWh pro Betriebsstunde, multipliziert mit dem Strompreis pro kWh.

Diese Vorgehensweise entspricht der Ermittlung der Betriebsstoffkosten im K6E-Blatt. Sollen darüber hinaus die durchschnittlichen **jährlichen Betriebsstoffkosten** berechnet werden, müssen die jährlichen Betriebsstunden der Baumaschine bekannt sein bzw. abgeschätzt werden:

$$\frac{\text{Betriebsstoffkosten} \left[ \frac{\text{€}}{\text{a}} \right]}{\text{Jahr} \left[ \frac{\text{a}}{\text{a}} \right]} = \frac{\text{Betriebsstoffkosten} \left[ \frac{\text{€}}{\text{h}} \right]}{\text{Betriebsstunde} \left[ \frac{\text{h}}{\text{h}} \right]} * \frac{\text{Betriebsstunden} \left[ \frac{\text{h}}{\text{a}} \right]}{\text{Jahr} \left[ \frac{\text{a}}{\text{a}} \right]}$$

Abschließend wird kurz auf Faktoren eingegangen, die die Höhe der Betriebsstoffkosten beeinflussen können. Ein wesentlicher Punkt liegt in der **hydraulischen Versorgung** der Baumaschine. Hier ist die Anzahl der Hydraulikpumpen – insbesondere die Anzahl aktiver Pumpen bei Motorleerlauf – bzw. das Vorhandensein eines offenen oder geschlossenen Hydrauliksystems relevant. Weiters kann durch eine effiziente **Motorsteuerung** oder verschiedene Betriebsarten (e.g. Eco-Modus) eine Verbrauchsreduktion begünstigt werden. Nicht zu vergessen ist die **Motorart**. Zwar wird das Gros der Baumaschinen noch immer von Diesellaggre-

<sup>157</sup> Vgl. NÖSTLHALLER, R.: Heft 19 - Handbuch zu den Kalkulationsformblättern (Excel) der ÖN B 2061. Schriftenreihe, S. 52.

gaten angetrieben, am Markt werden aber bereits Hybrid-Varianten angeboten. Auch E-Motoren sowie Motoren mit Brennstoffzellen o. Ä. sind denkbar. In der Motorenentwicklung spielen auch die in Europa und den USA vereinbarten Abgasrichtlinien eine wesentliche Rolle (vgl. Kapitel 4.5). In all diesen Punkten können sich die Produkte der Hersteller stark voneinander unterscheiden, daher bedarf es einer kritischen Hinterfragung der Herstellerangaben.

Vergleicht man die Betriebskosten von Baumaschinen verschiedener Hersteller miteinander, ist es auch sinnvoll die **Leistung** der Maschinen miteinzubeziehen. Dadurch lässt sich berechnen, welche **Betriebsstoffkosten pro Leistungseinheit** (z.B. pro m<sup>3</sup> Material) anfallen. Ein auf den ersten Blick pro Betriebsstunde verbrauchsarmes Gerät kann im Endeffekt teurer kommen als eine nicht so sparsame Variante mit höherer Leistung. Ebenso kann durch Einbeziehen der Leistung aus dem Verbrauch pro Betriebsstunde der **Verbrauch pro Leistungseinheit** berechnet werden (z.B. Liter Treibstoff/m<sup>3</sup> – ein derartiger Wert ist vergleichbar mit dem Kraftstoffverbrauch eines PKW bezogen auf 100 Kilometer).<sup>158</sup>

Generell ist von einer Überbewertung der Betriebsstoffkosten abzuraten, da auch die Arbeitsweise des Maschinisten einen Einfluss auf den Treibstoffverbrauch haben kann.

#### 4.1.4 Bedienungskosten

Die Bedienungskosten beinhalten die Kosten des Maschinenführers (des Maschinisten) und werden üblicherweise auf eine Betriebsstunde bezogen. Wird die Instandhaltung mit den Reparaturkostenansätzen aus der ÖBGL angesetzt, müssen auch die Lohnkosten der Wartung in die Bedienungskosten einfließen, da sie nicht im Reparaturentgelt enthalten sind. Dazu können die Lohnkosten für die Bedienung beispielsweise mit 1,1 Lohnstunden je Betriebsstunde angesetzt werden, wobei die +0,1 Stunde für die Wartung zur Verfügung steht.<sup>159</sup> Die Lohnkosten des Maschinenführers können beispielsweise mit Hilfe des K3-Kalkulationsblattes aus der ÖNORM B 2061 ermittelt werden.

Die Berechnung der durchschnittlichen **jährlichen Bedienungskosten** erfolgt durch Multiplikation der Bedienungskosten pro Betriebsstunde mit den jährlichen Betriebsstunden der Baumaschine.

Für den Vergleich von Baumaschinen verschiedener Hersteller ist anzumerken, dass die Bedienungskosten für alle Baumaschinen gleich hoch sind und sich daraus keine Vor- oder Nachteile ableiten lassen.

<sup>158</sup> Vgl. dazu OHNE VERFASSER: Scharf gerechnet. In: Solid, 2/2010. S. 54f.

<sup>159</sup> Vgl. NÖSTLTHALLER, R.: Heft 19 - Handbuch zu den Kalkulationsformblättern (Excel) der ÖN B 2061. Schriftenreihe. S. 52.

#### 4.1.5 Diverse sonstige Kosten

Unter diesen Punkt fallen Kosten für Verschleißteile (sofern diese nicht in den Instandhaltungskosten enthalten sind) sowie anteilige Geräteversicherungen und Steuern. Einmalige Kosten wie An- und Abtransport sowie Auf- und Abbau der Baumaschine sollten hingegen über eine eigene Leistungsposition abgerechnet und nicht in die Gerätekosten miteinbezogen werden.<sup>160</sup>

---

<sup>160</sup> Vgl. HECK, D.; SCHLAGBAUER, D.: Bauwirtschaftslehre VU (Master). Skriptum. S. 314ff.

## 4.2 Technische Kriterien

Die nun folgenden Kriteriengruppen sind im Unterschied zu den wirtschaftlichen Kriterien allesamt schwer bzw. gar nicht monetär bewertbar und müssen daher mittels der in Kapitel 3.3.1 vorgestellten Methoden bewertet werden (e.g. mittels einer Nutzwertanalyse).

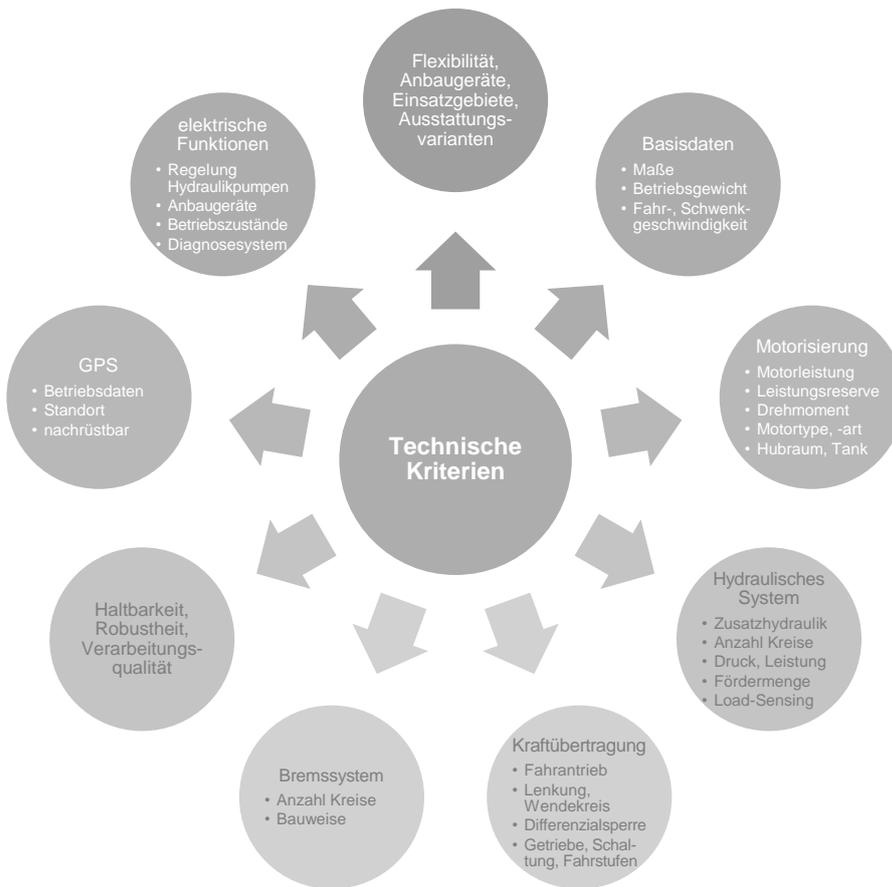


Bild 4-6: Technische Kriterien

Die **technischen Kriterien** sind als Grundlage zu betrachten und sollten für den Großteil der Baumaschinenarten zutreffend sein. Diese Auswahl wurde bewusst getroffen, um die allgemeinen von den spezifischen technischen Kriterien nach Baumaschinengattung abzugrenzen.

Beispielsweise lassen sich hier Unterschiede in der Hydraulik bewerten, wie es das Vorhandensein einer eigenen Zusatzhydraulik für Anbaugeräte, verschiedene Zwei- oder Mehrkreissysteme, Leistungsstufen sowie spezielle Konzepte für die Arbeitshydraulik (e.g. Load-Sensing) darstellen.

Ebenso können beispielsweise die verschiedenen Antriebskonzepte der Baumaschinen (z.B. Zweirad-, Allrad-, Raupen-, Hybrid-, hydrostatische oder hydrodynamische Antriebe) oder Lenkungsarten (z.B. Zweirad-, Allrad-, Dreirad-, Knick-, Skid-Steer-, Achsschenkel- oder Stereolenkung) einer Bewertung zugeführt werden.

**4.3 Spezifische technische Kriterien nach Baumaschinenart**

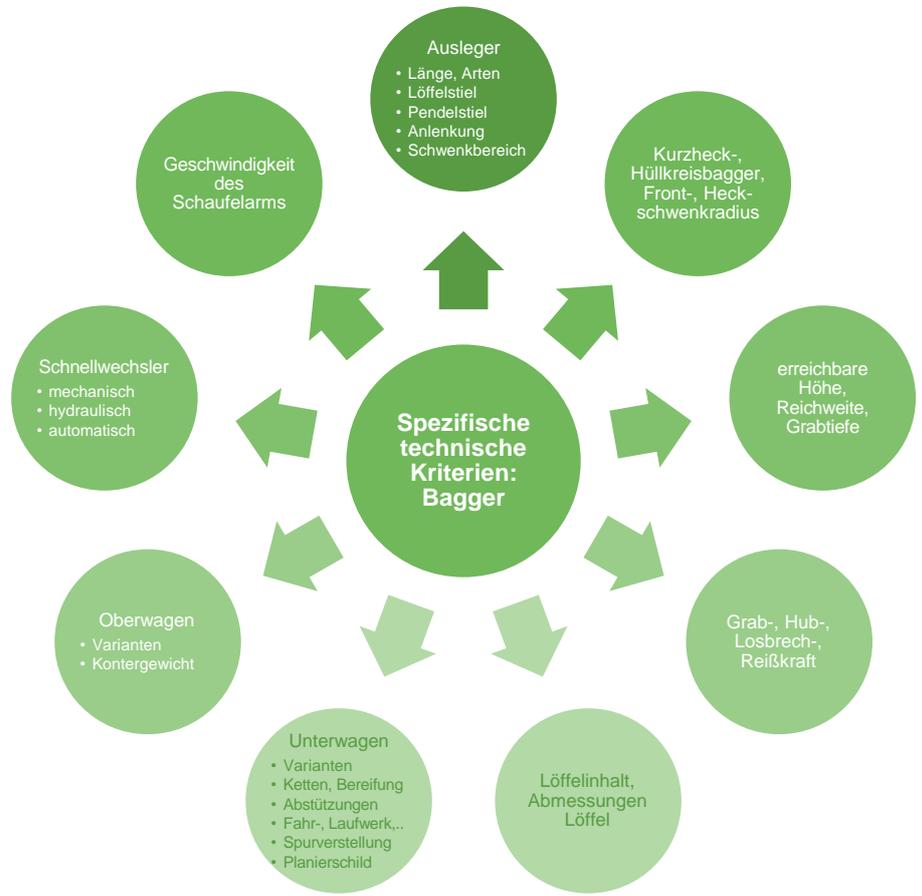


Bild 4-7: Spezifische technische Kriterien – Bagger

Die **spezifischen technischen Kriterien** sind speziell auf bestimmte Baumaschinenarten bzw. Einsatzgebiete abgestimmt und detaillierter als die allgemeinen technischen Kriterien. Exemplarisch wurden diese Kriterienblöcke für Bagger, Lader und für den Spezialtiefbau ausgearbeitet.

Für **Bagger** können beispielsweise die vielfältigen Unterwagenvarianten unterschieden und bewertet werden (z.B. lange, breite, schmale oder verstellbare Spur sowie „heavy duty“ (HD)- und „long crawler“ (LC)-Unterwägen). Auch ein spezieller Drehkranz sowie die Ketten- bzw. Bereifungsarten sind für den Vergleich von Interesse. Eine Auflistung möglicher Auslegerarten findet sich in Kapitel 1.2.

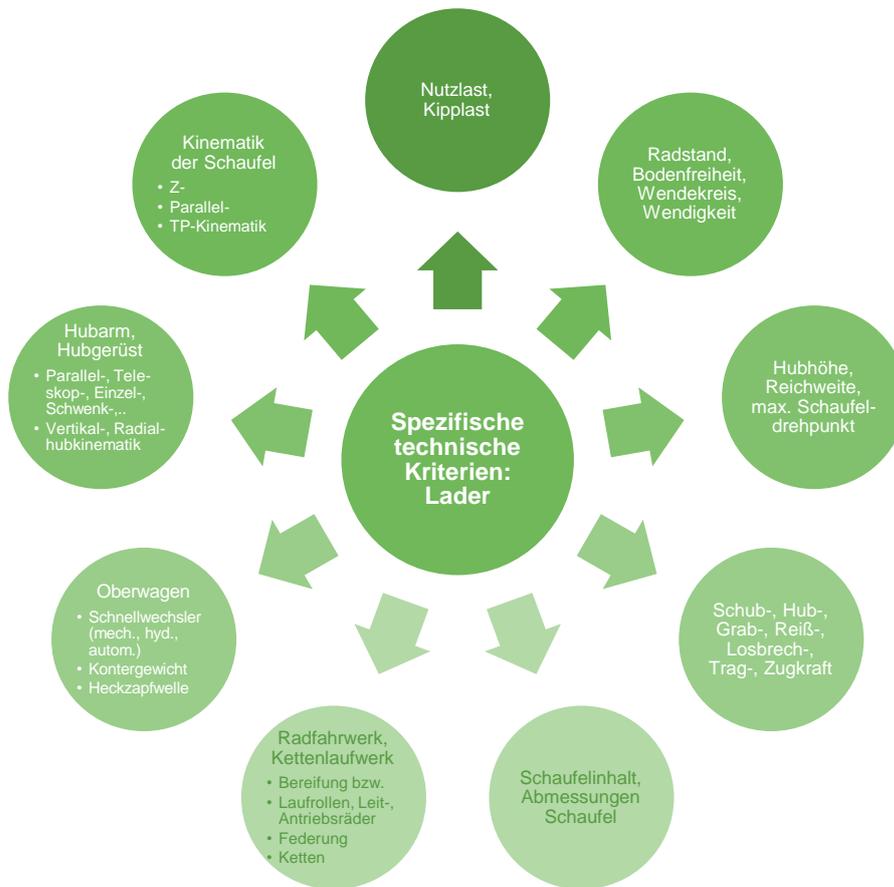


Bild 4-8: Spezifische technische Kriterien – Lader

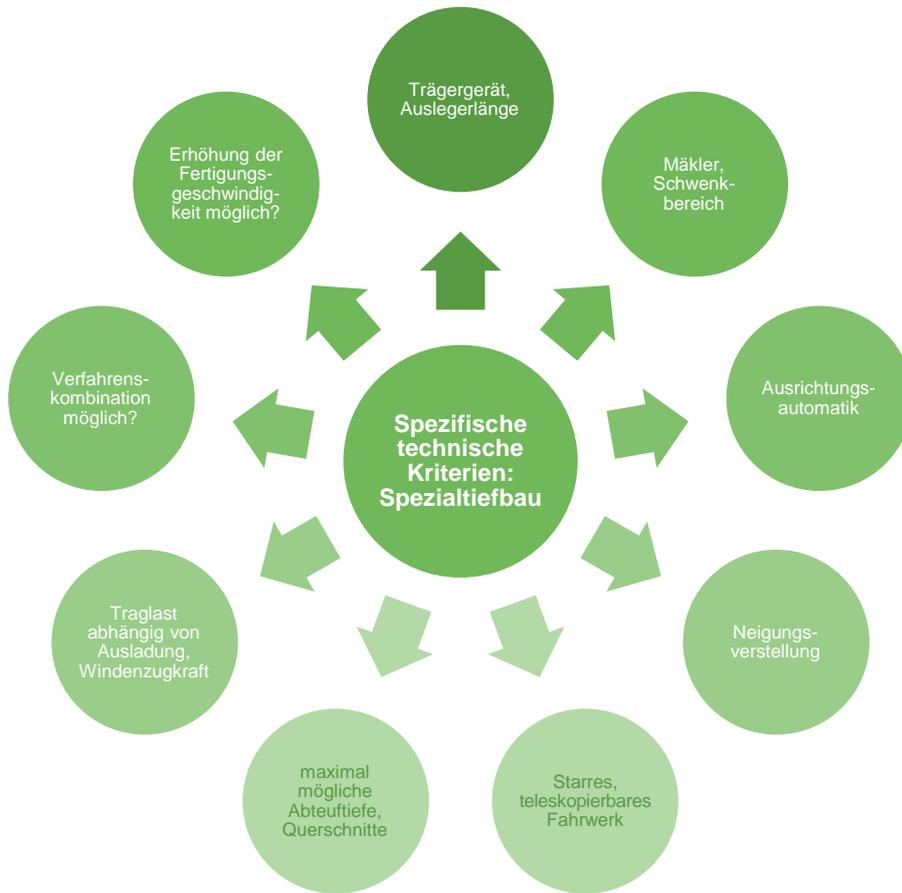


Bild 4-9: Spezifische technische Kriterien – Spezialtiefbau<sup>161</sup>

<sup>161</sup> Vgl. auch HEROLD, D.: Systematischer Verfahrenvergleich – Anwendung einer Entscheidungsmatrix im Spezialtiefbau. Diplomarbeit. S. 124.

**4.4 Hersteller- und Händlerkriterien**

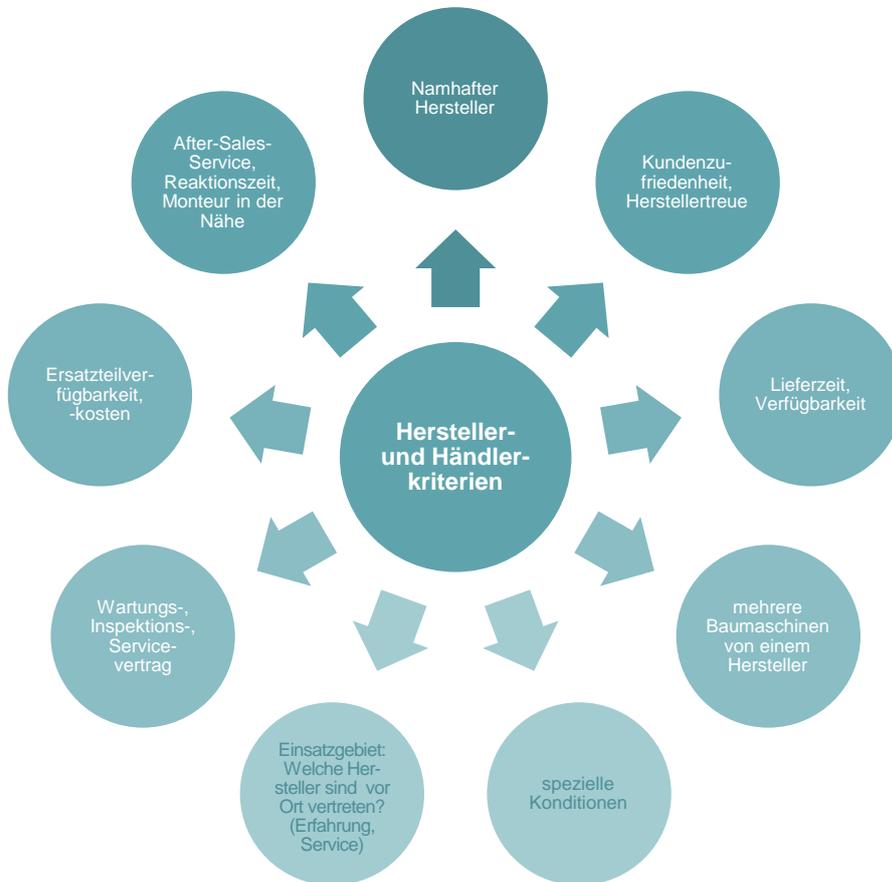


Bild 4-10: Hersteller- und Händlerkriterien

**Hersteller- und Händlerkriterien** resultieren – wie der Name schon sagt – aus der Wahl eines bestimmten Baumaschinenherstellers oder Vertriebspartners. Diese können sich beispielsweise mit einem guten **After-Sales-Management** (bzw. **After-Sales-Service**) beim Kunden profilieren – dies beinhaltet im Allgemeinen Service, Ersatzteilbeschaffung, Reparatur und Reklamation. Allerdings beeinflusst ein effizientes und kundenorientiertes After-Sales-Service darüber hinaus sämtliche zur Auswahl der optimalen Baumaschine herangezogenen Vergleichskriterien und kann getrost als immanente **Kernkompetenz** der Baumaschinenhersteller betrachtet werden. Somit ist das After-Sales-Service maßgeblich für die Wirtschaftlichkeit der Baumaschine mitverantwortlich, meint auch *Werner Haiden*, Head of global After Sales für Crawler Cranes der Fa. Liebherr. *Stefan Kuhn*, GF der Kuhn Baumaschinen GmbH, postuliert in einem Interview, dass der Kunde die Entscheidung eines Baumaschinenkaufs insbesondere auf Grund einer perfekten After-Sales-Betreuung trifft.<sup>162</sup>

<sup>162</sup> GARY, G.: Weit oben, aber nicht abgehoben. In: Österreichische Bauzeitung, 13/2007. S. 8.

Auch das Fernservice (Fernüberwachung und Fernwartung) gewinnt in der heutigen Zeit immer mehr an Bedeutung.

Ebenso können ausgefeilte Wartungs- bzw. Inspektionsverträge, attraktive Finanzierungsangebote oder kurze Liefer- bzw. Reaktionszeiten seitens der Hersteller bzw. Händler eine Kaufentscheidung beeinflussen. Nicht zu unterschätzen sind auch die Kundenzufriedenheit und die daraus folgende Herstellertreue, die zu Wiederholungskäufen führen können.

**4.5 Umwelt- und Umfeldkriterien**



Bild 4-11: Umwelt- und Umfeldkriterien

Die **Umwelt-** und **Umfeldkriterien** umfassen sämtliche Einflüsse einer Baumaschine auf deren Umgebung und umgekehrt. Hier sind insbesondere die in Europa und den USA vereinbarten Abgasrichtlinien zu nennen, die die erlaubten Emissionsgrenzwerte stark reduzieren. Im Jahr 2012 gelten in Europa je nach Motorleistung die Stufen 3A bzw. 3B, in den USA gilt die Stufe Tier 4 interim (siehe Bild 4-12 bzw. Bild 4-13). Diese Grenzwerte können durch verschiedene Abgasnachbehandlungssysteme (z.B. Abgasrückführung kombiniert mit einem Dieselpartikelfilter oder einer selektiven katalytischen Reduktion durch Beimischen von Reduktionsmitteln) erreicht werden.<sup>163</sup>

Die Umgebung kann an eine Baumaschine beispielsweise hinsichtlich hoher Außentemperaturen Anforderungen stellen, um Überhitzung und Leistungsverluste des Motors zu vermeiden. Dem kann durch die Anordnung großer Öl-, Wasser- oder Ladeluftkühler begegnet werden.

<sup>163</sup> COHRS, H.: Baggern, aber richtig!. In: bpz - Baupraxiszeitung, 4/2011. S. 15f.

<b>EUROPA: 97/68 EG</b> mobile Maschinen und landwirtschaftliche Geräte	75 ≤ P < 130	Stufe 2	Stufe 3A				Stufe 3B				Stufe 4	
	56 ≤ P < 75	Stufe 2	Stufe 3A				Stufe 3B				Stufe 4	
	37 ≤ P < 56	Stufe 2	Stufe 3A				Stufe 3B					
	19 ≤ P < 37	Stufe 2	Stufe 3A									
	Leistungs Klasse [kW]											
<b>USA EPA:</b> 40 CFR Part 89 & 1039 Nonroad Mobile Machinery & Tractors	Kalenderjahr	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
	Leistungs Klasse [kW]											
	19 ≤ P < 37	TIER 2	interim TIER 4				TIER 4					
	37 ≤ P < 56	TIER 2	TIER 3				int.TIER4	TIER 4				
	56 ≤ P < 75	TIER 2	TIER 3				int.TIER 4		TIER 4			
75 ≤ P < 130	TIER 2	TIER 3				int.TIER 4		TIER 4				

Bild 4-12: Inkrafttreten der Abgasstufen in Europa und in den USA<sup>164</sup>

Motorleistung	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
P<19 kW	Ohne Grenzwerte									
19 ≤ P < 37	NO <sub>x</sub> 7,5 PM 0,3									
37 ≤ P < 56	NO <sub>x</sub> 4,7 PM 0,4					NO <sub>x</sub> 4,7 PM 0,025				
56 ≤ P < 75	NO <sub>x</sub> 4,7 PM 0,4					NO <sub>x</sub> 4,7 PM 0,025		NO <sub>x</sub> 0,4 PM 0,025		
75 ≤ P < 130	NO <sub>x</sub> 4,0 PM 0,3					NO <sub>x</sub> 3,3 PM 0,025		NO <sub>x</sub> 0,4 PM 0,025		
130 ≤ P < 560	NO <sub>x</sub> 4,0 PM 0,3				NO <sub>x</sub> 2,0 PM 0,025			NO <sub>x</sub> 0,4 PM 0,025		

EU Stage III A / TIER 3
  EU Stage III B / TIER 4 interim
  EU Stage IV / TIER 4

Bild 4-13: Emissionswerte für NRMM (Non-road mobile machinery – nichtstraßengebundene bewegliche Maschinen), NO<sub>x</sub> – Stickoxid-Emission [g/kWh], PM – Rußpartikelgrenzwert [g/kWh]<sup>165</sup>

<sup>164</sup> FA. KUBOTA: Einführung der nächsten Abgasstufe - Kubota Industriemotoren: Günstige Rohemissionen. In: bpz - Baupraxiszeitung, 5/2011. S. 18.

<sup>165</sup> LEMSER, D.: Wirtschaftlich fahren und transportieren (Teil 3) - Emissionen entstehen und müssen verringert werden. In: Bauportal, 1/2011. S. 22.

**4.6 Sicherheitskriterien**

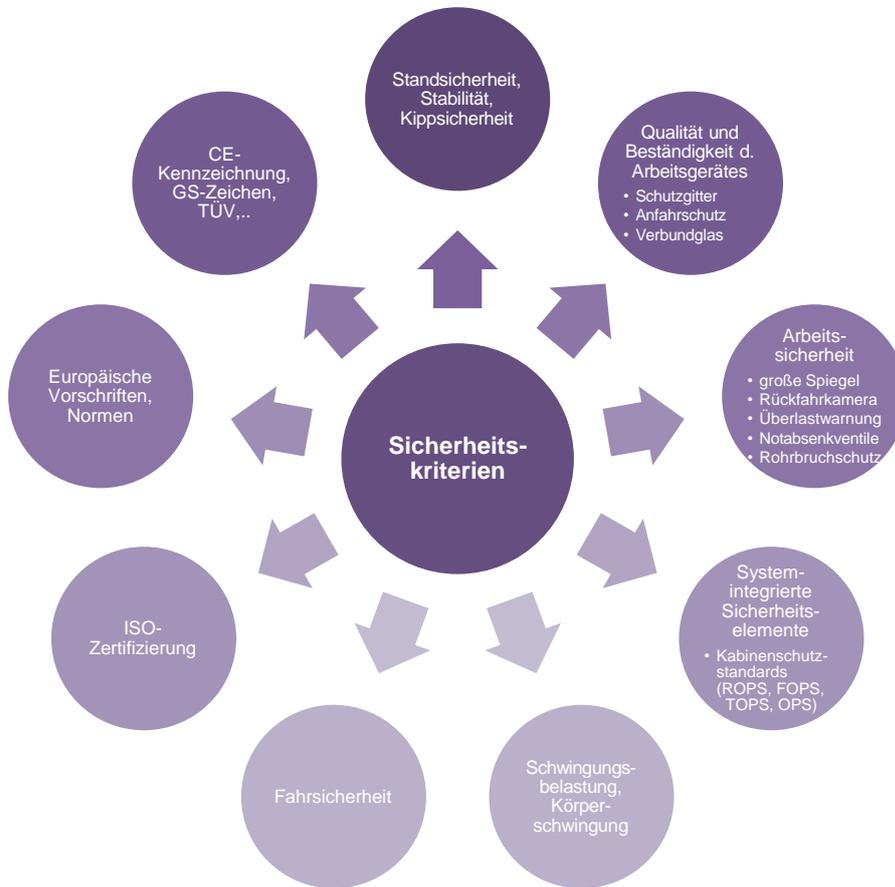


Bild 4-14: Sicherheitskriterien

Die **Sicherheitskriterien** sind selbsterklärend und umfassen alle sicherheitsrelevanten Punkte einer Baumaschine. Insbesondere der Arbeitssicherheit (bzw. dem Unfallschutz) kommt eine hohe Bedeutung zu. Hier sind neben den genannten Aspekten auch Lasthalteventile, eine Neutralsperrung des Motors, ein Rückfahralarm u. Ä. bewertbar.

Die genannten Kabinenschutzstandards sind genormt und umfassen die Begriffe „**FOPS**“ (Falling Object Protective Structure = Steinschlagschutz) nach ISO 10262:Level1, „**TOPS**“ (Tip Over Protective Structure = Umsturzschutzvorrichtung) nach ISO 12117, „**ROPS**“ (Roll Over Protective Structure = Überrollschutzaufbau) nach ISO 12117-2 sowie „**OPS**“ (Operator Protective Structure = Bedienerschutz) nach ISO 8084.<sup>166,167,168</sup>

<sup>166</sup> Vgl. INSTITUTION OF PROFESSIONAL ENGINEERS NEW ZEALAND: Operator Protective Structures. [http://www.ipenz.org.nz/ipenz/forms/pdfs/PN12\\_Protective\\_Structures.pdf](http://www.ipenz.org.nz/ipenz/forms/pdfs/PN12_Protective_Structures.pdf). Datum des Zugriffs: 12.2.2012, Seite 2ff.

<sup>167</sup> Vgl. HARTDEGEN, R.: Die neue EN 474-Serie (Ausgabe 2006) - Erdbaumaschinen - Sicherheit. In: TIEFBAU, 1/2009. S. 20.

<sup>168</sup> Vgl. OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH SERVICE - DEPARTMENT OF LABOUR - NEW ZEALAND: Operator Protective Structures on self-propelled mobile mechanical plant. <http://www.osh.dol.govt.nz/order/catalogue/pdf/oprcode.pdf>. Datum des Zugriffs: 12.2.2012, Seite 15,24.

**4.7 Kriterien des Maschinisten**

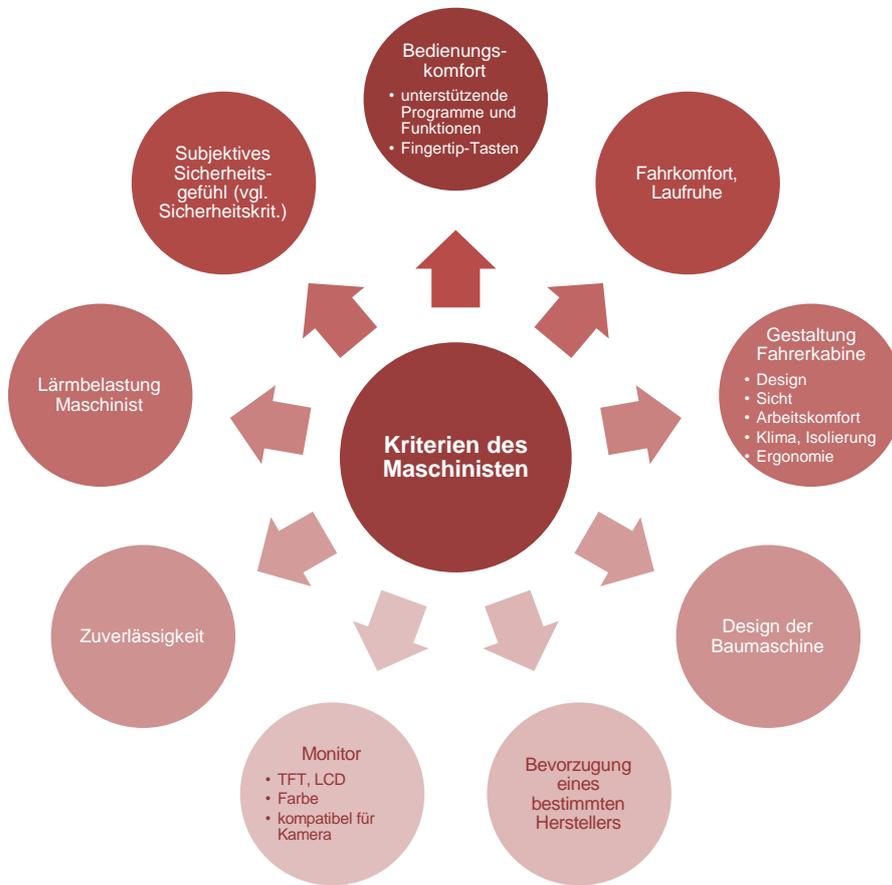


Bild 4-15: Kriterien des Maschinisten

Dieser Kriterienblock nimmt Rücksicht auf die Bedürfnisse der **Maschinisten** bzw. **Baumaschinenführer**, die täglich mit der Baumaschine arbeiten. Das Design der Baumaschine hat zwar in diesem Zusammenhang wenig Aussagekraft, ist allerdings als Kriterium für den Entscheidungsprozess nicht zu unterschätzen.

**4.8 Geräteleistung und Produktivität**



Bild 4-16: Leistung des Arbeitsgerätes

Der **Leistungsbegriff** von Baumaschinen ist für eine Reihe baubetrieblicher Prozesse notwendig, die der Planung, Steuerung, Kontrolle sowie der Feststellung der Kostenverursachung von Bauleistungen dienen. Dabei werden verschiedene Bauverfahren bewertet, inklusive der damit verbundenen Baukosten und der Bauzeit.<sup>169</sup>

Für den Vergleich von Baumaschinen verschiedener Hersteller kann die Leistung entweder als Zahlenwert direkt gegenübergestellt und bewertet werden, oder beispielsweise mittels K6E-Kalkulation in die Investitionsrechnung zur Berechnung von Leistungskosten (z.B. Kosten pro m<sup>3</sup> Material) integriert werden. Ebenso können durch Einbeziehung der Leistung die Betriebsstoffkosten pro Leistungseinheit oder der Betriebsstoffverbrauch pro Leistungseinheit (z.B. Liter Treibstoff/m<sup>3</sup>) berechnet werden.

<sup>169</sup> Vgl. HECK, D.; LANG, W.: Baubetriebslehre VU (Master), Skriptum. S. 237ff.

In der Physik ist der Leistungsbegriff als „Arbeit pro Zeiteinheit“ definiert. Im Bauwesen wird unter der Arbeit i.d.R. eine hergestellte, gelieferte oder geförderte Menge verstanden:

$$\text{Leistung} = \frac{\text{hergestellte (gelieferte, ..) Menge}}{\text{Zeiteinheit}} \left[ \text{z. B. } \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right]$$

Ein konkretes Beispiel für eine hergestellte Menge ist der Aushub von Bodenmassen in m<sup>3</sup>. Diese Leistungswerte können entweder über die **Nachkalkulation** aus konkreten Erfahrungswerten nach Beendigung der Bauausführung oder mittels **Zeitmessverfahren** durch direktes Messen und Beobachten der Arbeitsabläufe auf der Baustelle bestimmt werden.<sup>170</sup>

Für die Berechnung der Leistungswerte von Baumaschinen gibt es Berechnungsverfahren, die ziemlich genau sind, wobei die zu Grunde gelegten Annahmen mit gewissen Unsicherheiten behaftet sind. Die folgende Auflistung entspricht den nacheinander ablaufenden Rechenschritten:<sup>171</sup>

- **Theoretische Leistung Q:** Dieser Leistungswert ist eigentlich nur für die Hersteller der Baumaschinen interessant, da die realen Einsatzbedingungen nicht berücksichtigt werden. Die theoretische Leistung bleibt über die Zeit konstant und ist nur von der Maschine (e.g. Maschinenleistung, Technologie) und dem verwendeten Arbeitswerkzeug (e.g. Transportgefäßinhalt) abhängig.
- **Theoretische Grundleistung Q<sub>0</sub>:** Dieser Leistungswert kann von einer konkreten Maschine unter idealen Bedingungen **materialabhängig** für kurze Zeit erbracht werden.
- **Technische Grundleistung Q<sub>T</sub>:** In diesen Wert fließen auch **technische** Einflussfaktoren der Maschine ein, d.h. Zeitverluste (zu Schichtbeginn und -ende, Pausen, Stellungswechsel etc.) sowie der Füllungsgrad des Arbeitsgerätes.
- **Technische Nutzleistung Q<sub>N</sub>:** Die technische Nutzleistung bezieht schlussendlich auch die **Bedienungs-** und **Betriebsbedingungen**<sup>172</sup> mit ein und wird auch als Durchschnitts-, Dauer- oder Kalkulationsleistung bezeichnet. Dieser Leistungsbegriff bezieht sich auf die reine **Betriebszeit (die Betriebsstunden)** der Baumaschine und wird zur Kalkulation herangezogen.

<sup>170</sup> Vgl. HECK, D.; LANG, W.: Baubetriebslehre VU (Master). Skriptum. S. 237ff.

<sup>171</sup> Vgl. HECK, D.; LANG, W.: Baubetriebslehre VU (Master). Skriptum. S. 237ff.

<sup>172</sup> z.B. Platzverhältnisse, Witterungs- und Wasserverhältnisse, Unterbrechungen, technischer Zustand der Maschinen, Qualifikation und Leistungsbereitschaft des Maschinenführers, Arbeitsvorbereitung etc.

Die Berechnung der Leistungswerte unterscheidet sich für **zyklisch** (absatzweise) und **kontinuierlich** (stetig) arbeitende Maschinen. Zur ersten Kategorie zählen die meisten Baumaschinen, die ihre Arbeitsleistung in Form von zeitlich aufeinander folgenden Arbeitszyklen (Spielen) erbringen. Für die Berechnung der Leistung sind hier die Spielzahl, die Spielzeit, der Nenninhalt sowie Abminderungsfaktoren relevant.

Für die zweite Gruppe stellen Förderquerschnitt und Fördergeschwindigkeit, Arbeitsgeschwindigkeit oder Drehzahl die Ausgangsbasis für die Berechnung dar, abgemindert durch mehrere Faktoren.<sup>173</sup>

Für die direkte Gegenüberstellung der **Leistungsfähigkeit** verschiedener Baumaschinen können grundsätzlich alle Leistungswerte herangezogen werden, solange sie auf gleiche Weise ermittelt werden.

Für die Berechnung von **Leistungskosten** (beispielsweise mittels K6E-Kalkulation) sollte grundsätzlich die technische Nutzleistung  $Q_N$  herangezogen werden. Zur reinen Gegenüberstellung von **Investitionsalternativen** kann aber auch ein anderer Leistungswert (beispielsweise die theoretische Leistung  $Q$ ) verwendet werden – dies richtet sich nach der Verfügbarkeit der Daten, außerdem müssen fairerweise für alle Baumaschinen dieselben Abminderungsfaktoren angesetzt werden, wodurch die Berechnung von  $Q_N$  keine neuen Erkenntnisse liefert. Allerdings muss beachtet werden, dass derart ermittelte Kosten nur zum Vergleich und niemals zur Preisbildung herangezogen werden dürfen!

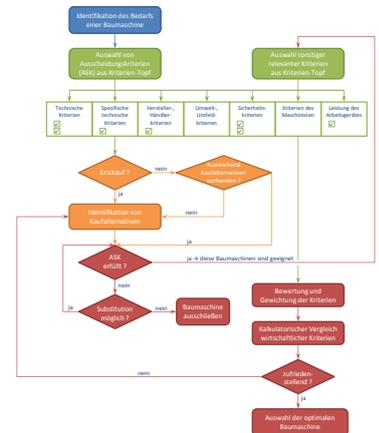
Generell ist eine hohe Leistung der Baumaschine natürlich signifikant, da sich dadurch geringe Leistungskosten (Kosten pro Leistungseinheit, z.B. pro  $m^3$  Material) ergeben. Außerdem steigert eine hohe Leistung die **Produktivität**, d.h. das Verhältnis zwischen Produktionsmenge und der Menge der zur Herstellung benötigten Produktionsfaktoren<sup>174</sup> – vereinfacht ausgedrückt das Verhältnis zwischen Output und Input. Für Baumaschinen repräsentieren die eingesetzten Maschinenstunden den Input.

<sup>173</sup> Vgl. HECK, D.; LANG, W.: Baubetriebslehre VU (Master). Skriptum. S. 237ff.

<sup>174</sup> OBERNDORFER, W. J.; JODL, H. G.: Handwörterbuch der Bauwirtschaft. S. 124.

## 5 Konkrete Umsetzung des Entscheidungsprozesses an Hand des Vergleichs dreier Seilbagger

Eine abschließende, konkrete Umsetzung des Entscheidungsprozesses soll verdeutlichen, dass die Gegenüberstellung alternativer Baumaschinen je nach Detaillierungsgrad der zu Grunde liegenden Daten zu unterschiedlichen Ergebnissen führen kann. Die Vorgehensweise erfolgt gemäß des in Kapitel 3.1 entwickelten Ablaufplans, der als Gedächtnisstütze rechts nochmals abgebildet ist.



### 5.1 Auswahl von Ausschlusskriterien (ASK)

Als erster Schritt werden aus dem Kriterien-Topf (vgl. Kapitel 3.2.2 und Kapitel 4) **Ausschlusskriterien (ASK)** ausgewählt. Der Bestimmung dieser Kriterien kommt eine wesentliche Bedeutung zu, da ungeeignete Baumaschinen von Beginn an ausgeschieden werden müssen, um einen effizienten, zielführenden und zufriedenstellenden Maschineneinsatz sicherstellen zu können.

Für den Vergleich von Seilbaggern verschiedener Hersteller wurden folgende Parameter ausgewählt:

- Technische Kriterien:
  - Motorleistung: ungefähr 400 – 500 kW
  - Ausstattungsvariante: Ausrüstung für Schlitzwandgreifer-einsatz erforderlich
- Spezifische technische Kriterien für den Spezialtiefbau:
  - Traglast: ungefähr 90 – 100 t
  - Windenzugkraft: ungefähr 200 – 250 kN
- Hersteller- und Händlerkriterien:
  - Lieferzeit: maximal 6 Monate

### 5.2 Identifikation von Kaufalternativen

Es ist im Rahmen dieser Arbeit nicht sinnvoll, konkret am Markt existierende Produkte gegenüberzustellen, da unweigerlich eine Bevorzugung gewisser Hersteller gegeben wäre. Stattdessen werden drei fiktive Fabrikate verglichen, die die oben genannten Ausschlusskriterien erfüllen, sich allerdings in der Höhe der Anschaffungskosten, der Qualität, der Leistung, dem Betriebsstoffverbrauch und in den unten genannten sonstigen Kriterien unterscheiden.

- Variante A:** leistungsfähige Maschine, qualitativ hochwertig  
 Anschaffungskosten: 1 Mio. €  
 Leistung Schlitzwandgreifereinsatz: 15 m<sup>2</sup>/h  
 Treibstoffverbrauch: 0,1 l/kWh
- Variante B:** anderes Leistungsgerät, Mitbewerber zu Variante A  
 Anschaffungskosten: 800.000 €  
 Leistung Schlitzwandgreifereinsatz: 12 m<sup>2</sup>/h  
 Treibstoffverbrauch: 0,12 l/kWh
- Variante C:** sehr stark divergierende Qualität zu den Varianten A und B  
 Anschaffungskosten: 300.000 €  
 Leistung Schlitzwandgreifereinsatz: 5 m<sup>2</sup>/h  
 Treibstoffverbrauch: 0,12 l/kWh

### 5.3 Auswahl sonstiger relevanter Kriterien

Im Gespräch mit Herrn *Johann Rauscher* und Herrn *Ronald Hilger* von der Grund-, Pfahl- und Sonderbau GmbH haben sich die nun folgenden Kriterien als wesentlich für die optimale Auswahl eines Seilbaggers herauskristallisiert bzw. bestätigt. Es wäre auch möglich, weitere Aspekte zu beurteilen, allerdings müssten dazu genauere Daten zu den einzelnen Produkten vorliegen, was in diesem fiktiven Beispiel nicht der Fall ist. Außerdem hängt die Anzahl der in die Entscheidung einbezogenen Parameter auch davon ab, wie groß die Auswahl der am Markt verfügbaren Fabrikate ist. In Bezug auf Seilbagger sind derzeit nur wenige Hersteller in der Lage, konkurrenzfähige Produkte auf den Markt zu bringen:

- Technische Kriterien:
  - Haltbarkeit, Robustheit
  - Verarbeitungsqualität
- Hersteller- und Händlerkriterien:
  - After-Sales-Service, Reaktionszeit
  - Monteur in der Nähe
  - Ersatzteilverfügbarkeit, Ersatzteilkosten
  - mehrere Baumaschinen von einem Hersteller vorhanden
- Wirtschaftliche Kriterien:
  - Treibstoffverbrauch
  - Wiederverkaufswert, sofern die Maschine vor Ende der Nutzungsdauer veräußert wird
  - Anschaffungskosten (Kaufpreis): nicht sehr aussagekräftig
  - Verfügbarkeit, Stehzeiten, Folgekosten

Der **Treibstoffverbrauch** fließt in die Ermittlung der Betriebskosten ein und wird nicht gesondert gegenübergestellt. Der **Wiederverkaufswert** ist für dieses Beispiel nicht relevant, da angenommen wird, dass die Maschinen bis zum Ende der Lebensdauer im Einsatz sind. Die **Folgekosten** auf Grund unvorhersehbarer Reparaturen bzw. Ausfallzeiten sind im Stadium der Investitionsentscheidung schwer abschätzbar. Entweder müssten Erfahrungswerte vorliegen oder es müsste eine Einschätzung der Zuverlässigkeit der verschiedenen Baumaschinen erfolgen. Von diesem Vorhaben wird auf Grund der Subjektivität und Ungenauigkeit der angenommenen Daten Abstand genommen. Stattdessen werden neben den Anschaffungskosten noch folgende Punkte gegenübergestellt:

- Gesamtkosten
- Leistungskosten
- Gewinn, Rentabilität

Die bisher genannten Kriterien werden mit Hilfe der **Entscheidungsmatrix** nach *Hofstadler*<sup>175</sup> bewertet und gewichtet. Die wirtschaftlichen Kriterien müssen vorher mittels Investitionsrechenmethoden beurteilt und gegenübergestellt werden, bevor sie in die Entscheidung einfließen können. Tabelle 5-1 zeigt das vorläufige Ergebnis der Punktebewertung:

Entscheidungsmatrix											Zeile
Kriterien			Gewichtung		Baumaschinen (Seilbagger)						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Projekt: Vergleich dreier Seilbagger			Gesamt	Einzel	Variante A		Variante B		Variante C		
Bearbeiter: Hillinger Christoph   Version: v1.0			[%]	[%]	Punkte	Gesamt	Punkte	Gesamt	Punkte	Gesamt	
Ausscheidungs- und Sonstige Kriterien	Ausscheidungs-kriterien	Motorisierung - Motorleistung	20	15	5	0,15	5	0,15	5	0,15	1,1
		Ausstattungsvarianten		25	5	0,25	4,5	0,225	4	0,2	1,2
		Traglast abhängig von Ausladung		25	5	0,25	5	0,25	4	0,2	1,3
		Windenzugkraft		10	4	0,08	5	0,1	5	0,1	1,4
		Lieferzeit, Verfügbarkeit des Gerätes		25	4	0,2	3	0,15	4	0,2	1,5
	Punkteanzahl - Teilkriterium			100	0,93	0,875	0,85	1,20			
	Technische Kriterien	Haltbarkeit, Robustheit	20	30	5	0,3	4	0,24	2	0,12	2,1
		Verarbeitungsqualität		40	5	0,4	4	0,32	2	0,16	2,2
		Flexibilität		30	4	0,24	4	0,24	3	0,18	2,3
	Punkteanzahl - Teilkriterium			100	0,94	0,8	0,46	2,20			
	Hersteller- und Händlerkriterien	After-Sales-Service, Reaktionszeit	60	30	5	0,9	4	0,72	2	0,36	6,1
		Monteur in der Nähe		30	3	0,54	4	0,72	3	0,54	6,2
		Ersatzteilverfügbarkeit, Ersatzteilkosten		20	4	0,48	5	0,6	3	0,36	6,3
		mehrere Baumaschinen von einem Hersteller		10	4	0,24	3	0,18	1	0,06	6,4
		Kundenzufriedenheit, Herstellertreue		10	4	0,24	3	0,18	1	0,06	6,5
	Punkteanzahl - Teilkriterium			100	2,4	2,4	1,38	6,10			
				100		4,27	4,07	2,69			
	<b>Ausscheidungsfaktor</b> (multiplikativ: 1 alle Kriterien erfüllt, 0 zumindest ein Kriterium nicht erfüllt):					1	1	1			
	<b>Individueller Faktor</b> (multiplikativ: Zwischen 0 und 1):					1	1	1			
<b>Punkteanzahl der Ausscheidungs- und Sonstigen Kriterien:</b>					4,27	4,07	2,69				

Tabelle 5-1: Entscheidungsmatrix zur Bewertung der Kriterien von Seilbaggern

<sup>175</sup> HOFSTADLER, C.: Schalarbeiten: Technologische Grundlagen, Sichtbeton, Systemauswahl, Ablaufplanung, Logistik und Kalkulation. S. 346ff.

## 5.4 Kalkulatorischer Vergleich der wirtschaftlichen Kriterien

Der Vergleich der wirtschaftlichen Kriterien der drei Seilbagger erfolgt an Hand des in Kapitel 3.3.2.11 vorgestellten Stufenmodells (siehe rechts).

0	Vergleich der Anschaffungskosten (bzw. Miet- oder Leasingrate)
1	Kostenvergleichsrechnung – Gesamtkostenvergleich
	– Leistungskostenvergleich
	– Kostenkurvenvergleich
1a	Life Cycle Aspekt
2	Gewinnvergleichsrechnung, Rentabilitätsrechnung
2a	Life Cycle Aspekt
3	Life Cycle Costs + Annuitätenmethode
4	Kapitalwertmethode + Annuitätenmethode
	Interne Zinssatzmethode

- Statische Investitionsrechenmethoden
- Dynamische Investitionsrechenmethoden

### 5.4.1 Vergleich der Anschaffungskosten

Die einfachste Variante ist eine reine Gegenüberstellung der Anschaffungskosten. Obwohl diese Größe aus der Sicht des Einkaufs sehr wesentlich erscheinen mag, ist von einer alleinigen Betrachtung der Anschaffungskosten abzuraten.

	Anschaffungskosten	Reihung
Variante A:	1.000.000 €	3.
Variante B:	800.000 €	2.
Variante C:	300.000 €	1.

Tabelle 5-2: Gegenüberstellung der Anschaffungskosten

### 5.4.2 Kostenvergleichsrechnung – Gesamtkostenvergleich

Eine Gegenüberstellung der Gesamtkosten bei einem Beschäftigungsgrad von **1.200 Betriebsstunden** pro Jahr ergibt folgendes Ergebnis:

	Gesamtkosten pro Jahr	Reihung
Variante A:	235.000,00 €	3.
Variante B:	232.864,44 €	2.
Variante C:	184.530,00 €	1.

Tabelle 5-3: Gegenüberstellung der Gesamtkosten bei 1.200 Betriebsstunden/Jahr

Bei einem Beschäftigungsgrad von **1.500 Betriebsstunden** pro Jahr ergibt sich folgendes Bild:

	Gesamtkosten pro Jahr	Reihung
Variante A:	260.875,00 €	2.
Variante B:	261.709,44 €	3.
Variante C:	213.375,00 €	1.

Tabelle 5-4: Gegenüberstellung der Gesamtkosten bei 1.500 Betriebsstunden/Jahr

Tabelle 5-5 zeigt eine detaillierte Gegenüberstellung der pro Jahr anfallenden Gesamtkosten bei 1.200 bzw. 1.500 Betriebsstunden pro Jahr:

**Kostenvergleichsrechnung – Gesamtkostenvergleich**

		Variante A	Variante B	Variante C
Anschaffungskosten (Geräteneuwert)	[€]	1.000.000,00	800.000,00	300.000,00
Nutzungsdauer laut ÖBGL	[Jahre]	10,00	10,00	10,00
Abminderung A+V-Wert (ÖBGL) auf effektiv mögliche Nutzungsdauer (bis zum Ende d. Lebensdauer genutzt)	[%]	50,00%	55,00%	100,00%
Liquidationserlös	[€]	0,00	0,00	0,00
kalk. Abschreibung / Jahr	[€/Jahr]	50.000,00	44.444,44	30.000,00
mittleres gebundenes Kapital $K_m$	[€]	500.000,00	400.000,00	150.000,00
kalkulatorischer Zinssatz $i_k$ (ÖBGL)	[%]	6,50%	6,50%	6,50%
kalk. Verzinsung / Jahr	[€/Jahr]	32.500,00	26.000,00	9.750,00
monatl. Reparaturkostenansatz (ÖBGL)	[%]	1,40%	1,40%	1,40%
monatl. Reparaturkosten	[€/Monat]	14.000,00	11.200,00	4.200,00
Vorhaltemonate über Nutzungsdauer	[Monate]	70,00	70,00	70,00
Vorhaltemonate pro Jahr	[Monate]	7,00	7,00	7,00
Abminderung Rep-Wert (ÖBGL) auf	[%]	50,00%	60,00%	100,00%
Reparaturkosten / Jahr	[€/Jahr]	49.000,00	47.040,00	29.400,00
<b>Σ Beistellkosten (Fixkosten) / Jahr</b>	<b>[€/Jahr]</b>	<b>131.500,00</b>	<b>117.484,44</b>	<b>69.150,00</b>

		Variante A	Variante B	Variante C
Treibstoffverbrauch	[l/kWh]	0,10	0,12	0,12
Motorleistung	[kW]	450,00	450,00	450,00
Treibstoffpreis (Diesel)	[€/l]	1,00	1,00	1,00
Zuschlag Schmierstoffe	[%]	10,00%	10,00%	10,00%
Betriebsstoffkosten / Betriebsstunde	[€/h]	49,50	59,40	59,40
Mittellohnkosten / Betriebsstunde	[€/h]	35,00	35,00	35,00
Zuschlag für Wartung	[%]	5,00%	5,00%	5,00%
Bedienungskosten / Betriebsstunde	[€/h]	36,75	36,75	36,75
<b>Σ Betriebskosten (var. Kosten) / Stunde</b>	<b>[€/h]</b>	<b>86,25</b>	<b>96,15</b>	<b>96,15</b>

		Variante A	Variante B	Variante C
Betriebsstunden / Jahr - Fall A	[h/Jahr]	1.200,00	1.200,00	1.200,00
Betriebsstunden / Jahr - Fall B	[h/Jahr]	1.500,00	1.500,00	1.500,00
<b>Σ Gesamtkosten / Jahr - Fall A</b>	<b>[€/Jahr]</b>	<b>235.000,00</b>	<b>232.864,44</b>	<b>184.530,00</b>
<b>Σ Gesamtkosten / Jahr - Fall B</b>	<b>[€/Jahr]</b>	<b>260.875,00</b>	<b>261.709,44</b>	<b>213.375,00</b>

Tabelle 5-5: Kostenvergleichsrechnung – Gesamtkostenvergleich

Bei der Gegenüberstellung der Gesamtkosten hat **Variante C** klar die Nase vorne, allerdings beinhaltet diese Kennzahl keinerlei Informationen, wie viele Leistungseinheiten bzw. Erlöse den anfallenden Kosten gegenüber stehen. Daher wird im nächsten Schritt die Leistung der Seilbagger miteinbezogen, da es bei Leistungsgeräten wesentlich ist, wie hoch die Kosten pro Leistungseinheit sind.

### 5.4.3 Kostenvergleichsrechnung – Leistungskostenvergleich

Für den Vergleich der Leistungskosten der drei Seilbagger-Varianten wird das Kalkulationsblatt K6E herangezogen. Der Kalkulation werden folgende Werte zugrunde gelegt:

- 10 Nutzungsjahre, 70 Vorhaltemonate, monatlicher Satz für Abschreibung und Verzinsung (A+V): 1,9 %, monatlicher Satz für Reparaturkosten (Rep.): 1,4 % (laut ÖBGL)
- Großhandelspreisindex: 100 %, da die angenommenen mittleren Neuwerte realistische Werte auf heutigem Preisniveau darstellen (im Jahr 2012).
- Abminderungsfaktoren für A+V und Rep.: siehe Beispiele
- Aufteilung der Reparatur auf Lohn und Stoff: 40 zu 60 %
- Vorhaltestunden/Vorhaltemonat: 170 Stunden als Ausgangsbasis, denn 150 – 170 Betriebsstunden pro Monat sind im Jahresdurchschnitt durchaus erreichbar. Da die monatlichen prozentuellen Sätze für A+V bzw. Rep. auf 70 Vorhaltemonate in 10 Jahren (7 Monate pro Jahr) bezogen sind und zur Kalkulation 170 Vorhaltestunden pro Vorhaltemonat dienen, werden die Fixkosten de facto auf 1.190 Vorhalte- bzw. Betriebsstunden umgelegt ( $170 \times 7 = 1.190$ ). Erreicht die Baumaschine im Einsatz mehr Betriebsstunden pro Jahr, werden in der Kalkulation eigentlich zu hohe Fixkosten verrechnet, allerdings werden die Werte für A+V bzw. Rep. ohnehin noch abgemindert.
- 5 % Wartungszuschlag auf die Bedienung (1,05 Lohnstunden)
- Betriebsstoffkosten: Dieselpreis: 1,0 € (Marktpreis minus MwSt., abzüglich Rabatt), Treibstoffverbrauch: siehe Beispiele, 10 % Zuschlag auf die Treibstoffkosten für Schmierstoffe.
- Mittellohnkosten: 35 €, Zuschlagsatz: 20 %, Bruttomittellohnpreis: 42 €
- Verrechnungseinheit: technische Nutzleistung im Schlitzwandgreifereinsatz [ $\text{m}^2/\text{h}$ ]: siehe Beispiele
- Zuschlagsätze: 20 %



5.4.3.2 K6E-Kalkulation: Variante B

- anderes Leistungsgerät, Mitbewerber zu Variante A
- Anschaffungskosten: 800.000 €
- Abminderung für A+V: auf 80 %, Abminderung für Rep.: auf 90 %

Variante B ist bei der Anschaffung um 20 % billiger als Variante A. Qualitätsunterschiede im Vergleich zu Variante A, die eine kürzere Lebensdauer erwarten lassen, begründen eine weniger starke Abminderung der aus der ÖBGL stammenden Werte für A+V bzw. Rep. Variante B ist folglich weniger lange im Einsatz und reparaturintensiver als Variante A.

Im ersten Schritt wird ermittelt, welche Leistung im Schlitzwandgreifereinsatz von Variante B erreicht werden muss, um gleich hohe Gesamtgerätekosten pro Verrechnungseinheit wie Variante A zu erhalten. Der Treibstoffverbrauch wird dabei wie bei Variante A mit 0,1 l/kWh angesetzt.

Auf Grund der im Vergleich zu Variante A um 20 % geringeren Anschaffungskosten könnte man meinen, dass die Leistung von Variante B ebenfalls um 20 % geringer sein könnte (12 m²/h), um dieselben Leistungskosten zu erreichen. Diese Überlegung ist allerdings eine kurzsichtige Betrachtungsweise, da **alle** Kostenfaktoren durch die Leistung dividiert werden, d.h. auch die Betriebsstoff- und Bedienungskosten werden durch einen kleineren Leistungswert dividiert, was höhere Kosten pro Verrechnungseinheit ergibt. Variante B muss eine Leistung von ungefähr **14,13 m²/h** erreichen, um gleiche Gesamtgerätekosten pro Verrechnungseinheit wie Variante A aufzuweisen. Dies entspricht einem um 5,8 % geringeren Leistungswert.

Stk	ÖBGL - Nr	Bezeichnung	kW	Masse	Mittl.NW.	A+V		Reparatur	
						%	€	%	€
		Variante B:	450,00	90,00	800.000,00	1,90	15.200,00	1,40	11.200,00
		anderes Leistungsgerät							
		Mitbewerber zu Variante A							
C		Summe :	450,00	90,00 to	800.000,0		15.200,0		11.200,00
D		GHP - Index	100,00%		800.000,0		15.200,0		11.200,0
E		Abminderung A+V und REP	80,00%	90,00%			12.160,0		10.080,0
		Aufteilung Reparatur nach Lohn / Stoff					40,00%	60,00%	
		Kostenentwicklung je Einheit				LohnStd	Lohn S	Stoff S	Gerät S
F		Beistellkosten je Monat					4.032,0	6.048,0	12.160,0
G		Beistellkosten je Stunde		170,0	h/mon		23,72	35,58	71,53
H		Bedienung			incl. Wartung:	1,05	Lohnstunden		
I		Betriebsstoffe (l/kWh * kW * €/l * 1,1)	0,1	l/kWh	1,00	€/l		49,50	€/h
J		Sonstige Kosten, Verschleißteile							
K		Mittellohnkosten		35	€/Lohnstunde				
L		Gerätekosten je Stunde				36,75	23,72	85,08	71,53
M		Gerätekosten je Verrechnungseinheit (Leistung Schlitzwandgreifer)		14,13	m²/h	2,60	1,68	6,02	5,06
		Gesamtgerätekosten in €/m²:						15,36	

Tabelle 5-7: K6E-Kalkulation zur Berechnung der Leistungskosten für Variante B: Schritt 1

In Schritt 2 wird der Treibstoffverbrauch von 0,1 auf 0,12 l/kWh erhöht. Variante B müsste nun eine Leistung von ungefähr **14,8 m²/h** aufweisen, um dieselben Gerätekosten wie Variante A zu erreichen. Der Leistungswert darf also nur um ungefähr 1,5 % geringer sein, damit die um 20 % billigere Baumaschine konkurrenzfähig ist zur teureren Variante.

C	Summe :	450,00	90,00 to	800.000,0		15.200,0		11.200,00	
D	GHP - Index	100,00%		800.000,0		15.200,0		11.200,0	
E	Abminderung A+V und REP	80,00%	90,00%			12.160,0		10.080,0	
Aufteilung Reparatur nach Lohn / Stoff						40,00%	60,00%		
Kostenteile je Einheit						LohnStd	Lohn S	Stoff S	Gerät S
F	Beistellkosten je Monat					4.032,0	6.048,0	12.160,0	
G	Beistellkosten je Stunde		170,0	h/mon		23,72	35,58	71,53	
H	Bedienung			incl. Wartung:	1,05	Lohnstunden			
I	Betriebsstoffe (l/kWh * kW * €/l * 1,1)	0,12	l/kWh	1,00	€/l		59,40	€/h	
J	Sonstige Kosten, Verschleißteile								
K	Mittelohnkosten		35	€/Lohnstunde					
L	Gerätekosten je Stunde					36,75	23,72	94,98	
M	Gerätekosten je Verrechnungseinheit (Leistung Schlitzwandgreifer)		14,78	m²/h		2,49	1,60	6,43	
Gesamtgerätekosten in €/m²:						15,36			

Tabelle 5-8: K6E-Kalkulation zur Berechnung der Leistungskosten für Variante B: Schritt 2

In Schritt 3 werden **realistische** Werte zu Grunde gelegt, die von Variante B erreichbar erscheinen. Der Leistungswert im Schlitzwandgreifereinsatz wird mit **12 m²/h** angenommen, der Treibstoffverbrauch mit **0,12 l/kWh**.

Bei der Kalkulation ergeben sich Gesamtgerätekosten pro Verrechnungseinheit in der Höhe von **18,91 €/m²**, diese sind um ca. 23 % höher als bei Variante A.

Stk	ÖBGL - Nr	Bezeichnung	kW	Masse	Mittl.NW.	A+V		Reparatur	
						%	€	%	€
		Variante B:	450,00	90,00	800.000,00	1,90	15.200,00	1,40	11.200,00
		anderes Leistungsgerät							
		Mitbewerber zu Variante A							
C	Summe :	450,00	90,00 to	800.000,0		15.200,0		11.200,00	
D	GHP - Index	100,00%		800.000,0		15.200,0		11.200,0	
E	Abminderung A+V und REP	80,00%	90,00%			12.160,0		10.080,0	
Aufteilung Reparatur nach Lohn / Stoff						40,00%	60,00%		
Kostenteile je Einheit						LohnStd	Lohn S	Stoff S	Gerät S
F	Beistellkosten je Monat					4.032,0	6.048,0	12.160,0	
G	Beistellkosten je Stunde		170,0	h/mon		23,72	35,58	71,53	
H	Bedienung			incl. Wartung:	1,05	Lohnstunden			
I	Betriebsstoffe (l/kWh * kW * €/l * 1,1)	0,12	l/kWh	1,00	€/l		59,40	€/h	
J	Sonstige Kosten, Verschleißteile								
K	Mittelohnkosten		35	€/Lohnstunde					
L	Gerätekosten je Stunde					36,75	23,72	94,98	
M	Gerätekosten je Verrechnungseinheit (Leistung Schlitzwandgreifer)		12	m²/h		3,06	1,98	7,91	
Gesamtgerätekosten in €/m²:						18,91			
Zuschlagsätze						BMLP	GZ Lohn	GZ Stoff	GZ Gerät
N	Werte aus K3 - Blatt					20,00%	20,00%	20,00%	20,00%
O	Gerätepreis je Stunde					44,10	28,46	113,97	
P	Preis (Lohn + Sonstiges) je Stunde					72,56		199,81	
Q	Preis pro Stunde					272,37			
R	Preis pro Einheit					22,70			

Tabelle 5-9: K6E-Kalkulation zur Berechnung der Leistungskosten für Variante B: Schritt 3

5.4.3.3 K6E-Kalkulation: Variante C

- sehr stark divergierende Qualität zu den Varianten A und B
- Anschaffungskosten: 300.000 €
- Abminderung für A+V sowie Rep.: 100 % (keine)

Bei Variante C ist auf Grund der sehr geringen Anschaffungskosten von einer stark divergierenden Qualität zu den bisherigen Varianten auszugehen, wodurch keine Abminderung der aus der ÖBGL stammenden prozentuellen Werte für A+V bzw. Reparatur vertretbar erscheint. Eine längere Nutzungsdauer als die in der ÖBGL angegebenen 10 Jahre ist eher unwahrscheinlich, auch die Instandhaltungskosten werden kaum geringer ausfallen.

Analog zu Variante B wird im ersten Schritt ermittelt, welche Leistung im Schlitzwandgreifereinsatz von Variante C erreicht werden muss, um dieselben Gesamtgerätekosten pro Verrechnungseinheit wie Variante A zu erhalten, wobei der Treibstoffverbrauch vorerst unverändert bleibt. Theoretisch muss Variante C eine Leistung von ungefähr **9,4 m<sup>2</sup>/h** erreichen, um gleiche Gesamtgerätekosten pro Verrechnungseinheit wie Variante A aufzuweisen. Dieser Leistungswert ist allerdings unrealistisch.

Stk	ÖBGL - Nr	Bezeichnung	kW	Masse	Mittl.NW.	A+V		Reparatur	
						%	€	%	€
		Variante C:	450,00	90,00	300.000,00	1,90	5.700,00	1,40	4.200,00
		sehr stark divergierende Qualität zu den Varianten A und B							
C		Summe :	450,00	90,00 to	300.000,0		5.700,0		4.200,00
D		GHP - Index	100,00%		300.000,0		5.700,0		4.200,0
E		Abminderung A+V und REP	100,00%	100,00%			5.700,0		4.200,0
		Aufteilung Reparatur nach Lohn / Stoff					40,00%	60,00%	
		Kostenentwicklung je Einheit				LohnStd	Lohn S	Stoff S	Gerät S
F		Beistellkosten je Monat					1.680,0	2.520,0	5.700,0
G		Beistellkosten je Stunde		170,0 h/mon			9,88	14,82	33,53
H		Bedienung		incl. Wartung:		1,05 Lohnstunden			
I		Betriebsstoffe (l/kWh * kW * €l * 1,1)	0,1 l/kWh		1,00 €/l			49,50 €/h	
J		Sonstige Kosten, Verschleißteile							
K		Mittellohnkosten		35 €/Lohnstunde					
L		Gerätekosten je Stunde				36,75	9,88	64,32	33,53
M		Gerätekosten je Verrechnungseinheit (Leistung Schlitzwandgreifer)		9,41 m <sup>2</sup> /h		3,91	1,05	6,84	3,57
		Gesamtgerätekosten in €/m <sup>2</sup> :					15,36		

Tabelle 5-10: K6E-Kalkulation zur Berechnung der Leistungskosten für Variante C: Schritt 1

Erhöht man in Schritt 2 den Treibstoffverbrauch auf 0,12 l/kWh, so muss Variante C sogar eine Leistung von ungefähr **10,05 m<sup>2</sup>/h** aufweisen, um konkurrenzfähig zu sein.

C	Summe :	450,00	90,00 to	300.000,0		5.700,0		4.200,0	
D	GHP - Index	100,00%		300.000,0		5.700,0		4.200,0	
E	Abminderung A+V und REP	100,00%	100,00%			5.700,0		4.200,0	
Aufteilung Reparatur nach Lohn / Stoff						40,00%	60,00%		
Kostenteile je Einheit						LohnStd	Lohn S	Stoff S	Gerät S
F	Beistellkosten je Monat					1.680,0	2.520,0	5.700,0	
G	Beistellkosten je Stunde		170,0 h/mon			9,88	14,82	33,53	
H	Bedienung		incl. Wartung:		1,05	Lohnstunden			
I	Betriebsstoffe (l/kWh * kW * €/l * 1,1)	0,12 l/kWh		1,00 €/l			59,40 €/h		
J	Sonstige Kosten, Verschleißteile								
K	Mittellohnkosten		35 €/Lohnstunde						
L	Gerätekosten je Stunde				36,75	9,88	74,22	33,53	
M	Gerätekosten je Verrechnungseinheit (Leistung Schlitzwandgreifer)		10,05 m <sup>2</sup> /h		3,66	0,98	7,39	3,34	
Gesamtgerätekosten in €/m <sup>2</sup> :						15,36			

Tabelle 5-11: K6E-Kalkulation zur Berechnung der Leistungskosten für Variante C: Schritt 2

**Realistischerweise** wird in Schritt 3 für Variante C ein Leistungswert im Schlitzwandgreifereinsatz von **5 m<sup>2</sup>/h** angenommen, da davon auszugehen ist, dass eine Baumaschine, deren Anschaffungskosten nur 30 % von Variante A ausmachen, nicht die gleiche Leistung erreichen kann. Der Treibstoffverbrauch wird mit **0,12 l/kWh** angenommen.

Es zeigt sich, dass Variante C mit diesen Parametern nur Gesamtgerätekosten pro Verrechnungseinheit in der Höhe von **30,88 €/m<sup>2</sup>** erreicht – diese sind um ca. 101 % höher als bei Variante A.

Stk	ÖBGL - Nr	Bezeichnung	kW	Masse	Mittl.NW.	A+V		Reparatur	
						%	€	%	€
		Variante C:	450,00	90,00	300.000,00	1,90	5.700,00	1,40	4.200,00
		sehr stark divergierende Qualität zu den Varianten A und B							
C		Summe :	450,00	90,00 to	300.000,0		5.700,0		4.200,0
D		GHP - Index	100,00%		300.000,0		5.700,0		4.200,0
E		Abminderung A+V und REP	100,00%	100,00%			5.700,0		4.200,0
Aufteilung Reparatur nach Lohn / Stoff						40,00%	60,00%		
Kostenteile je Einheit						LohnStd	Lohn S	Stoff S	Gerät S
F		Beistellkosten je Monat					1.680,0	2.520,0	5.700,0
G		Beistellkosten je Stunde		170,0 h/mon			9,88	14,82	33,53
H		Bedienung		incl. Wartung:		1,05	Lohnstunden		
I		Betriebsstoffe (l/kWh * kW * €/l * 1,1)	0,12 l/kWh		1,00 €/l			59,40 €/h	
J		Sonstige Kosten, Verschleißteile							
K		Mittellohnkosten		35 €/Lohnstunde					
L		Gerätekosten je Stunde				36,75	9,88	74,22	33,53
M		Gerätekosten je Verrechnungseinheit (Leistung Schlitzwandgreifer)		5,00 m <sup>2</sup> /h		7,35	1,98	14,84	6,71
Gesamtgerätekosten in €/m <sup>2</sup> :						30,88			
Zuschlagsätze						BMLP	GZ Lohn	GZ Stoff	GZ Gerät
N		Werte aus K3 - Blatt				20,00%	20,00%	20,00%	20,00%
O		Gerätepreis je Stunde				44,10	11,86	89,07	40,24
P		Preis (Lohn + Sonstiges) je Stunde				55,96		129,30	
Q		Preis pro Stunde				185,26			
R		Preis pro Einheit				37,05			

Tabelle 5-12: K6E-Kalkulation zur Berechnung der Leistungskosten für Variante C: Schritt 3

Eine Gegenüberstellung der Leistungskosten der drei Varianten ergibt folgendes Bild:

	Leistungskosten (Schlitzwandgreifereinsatz)	Reihung
Variante A:	15,36 €/m <sup>2</sup>	1.
Variante B:	18,91 €/m <sup>2</sup>	2.
Variante C:	30,88 €/m <sup>2</sup>	3.

Tabelle 5-13: Gegenüberstellung der Leistungskosten

### 5.4.4 Kostenvergleichsrechnung – Leistungskostenvergleich – stärker abgeminderte Werte für A+V und Reparatur

In der Praxis ist es üblich, die prozentuellen monatlichen Sätze für A+V und Rep. noch stärker abzumindern als in den bisher gerechneten Beispielen, um konkurrenzfähig zu sein. Daher werden nun die drei Seilbagger-Varianten nochmals gegenübergestellt.

#### 5.4.4.1 K6E-Kalkulation: Variante A

Für Variante A wird sowohl für A+V als auch für die Reparatur eine Abminderung auf **50 %** zu Grunde gelegt, was einen guten Mittelwert dessen darstellt, womit Baufirmen in der Praxis unternehmensintern kalkulieren. Dadurch ergeben sich Gerätekosten pro Verrechnungseinheit in der Höhe von **12,22 €/m²**.

Stk	ÖBGL - Nr	Bezeichnung	kW	Masse	Mittl.NW.	A+V		Reparatur	
						%	€	%	€
		Variante A:	450,00	90,00	1.000.000,00	1,90	19.000,00	1,40	14.000,00
		leistungsfähige Maschine qualitativ hochwertig							
C		Summe :	450,00	90,00 to	1.000.000,0		19.000,0		14.000,00
D		GHP - Index	100,00%		1.000.000,0		19.000,0		14.000,0
E		Abminderung A+V und REP	50,00%	50,00%			9.500,0		7.000,0
		Aufteilung Reparatur nach Lohn / Stoff					40,00%	60,00%	
		Kostenentwicklung je Einheit				LohnStd	Lohn S	Stoff S	Gerät S
F		Beistellkosten je Monat					2.800,0	4.200,0	9.500,0
G		Beistellkosten je Stunde		170,0	h/mon		16,47	24,71	55,88
H		Bedienung			incl. Wartung:	1,05	Lohnstunden		
I		Betriebsstoffe (l/kWh * kW * €/l * 1,1)	0,1	l/kWh	1,00 €/l			49,50 €/h	
J		Sonstige Kosten, Verschleißteile							
K		Mittellohnkosten		35	€/Lohnstunde				
L		Gerätekosten je Stunde				36,75	16,47	74,21	55,88
M		Gerätekosten je Verrechnungseinheit (Leistung Schlitzwandgreifer)		15	m²/h	2,45	1,10	4,95	3,73
		Gesamtgerätekosten in €/m²:				12,22			
		Zuschlagsätze				BMLP	GZ Lohn	GZ Stoff	GZ Gerät
N		Werte aus K3 - Blatt				20,00%	20,00%	20,00%	20,00%
O		Gerätepreis je Stunde				44,10	19,76	89,05	67,06
P		Preis (Lohn + Sonstiges) je Stunde				63,86		156,11	
Q		Preis pro Stunde				219,97			
R		Preis pro Einheit				14,66			

Tabelle 5-14: K6E-Kalkulation zur Berechnung der Leistungskosten für Variante A mit stärker abgeminderten Fixkosten

### 5.4.4.2 K6E-Kalkulation: Variante B

Bei Variante B wird A+V auf **55 %** und die Reparatur auf **60 %** abgemindert. Dies soll die Qualitätsunterschiede zwischen den beiden Varianten verdeutlichen. Es ergeben sich Gerätekosten pro Verrechnungseinheit in der Höhe von **15,40 €/m²**.

Stk	ÖBGL - Nr	Bezeichnung	kW	Masse	Mittl.NW.	A+V		Reparatur	
						%	€	%	€
		Variante B:	450,00	90,00	800.000,00	1,90	15.200,00	1,40	11.200,00
		anderes Leistungsgerät							
		Mitbewerber zu Variante A							
C		Summe :	450,00	90,00 to	800.000,0		15.200,0		11.200,00
D		GHP - Index	100,00%		800.000,0		15.200,0		11.200,00
E		Abminderung A+V und REP	<b>55,00%</b>	<b>60,00%</b>			8.360,0		6.720,0
		Aufteilung Reparatur nach Lohn / Stoff					40,00%	60,00%	
		Kostenentwicklung je Einheit				LohnStd	Lohn S	Stoff S	Gerät S
F		Beistellkosten je Monat					2.688,0	4.032,0	8.360,0
G		Beistellkosten je Stunde		170,0	h/mon		15,81	23,72	49,18
H		Bedienung			incl. Wartung:	1,05	Lohnstunden		
I		Betriebsstoffe (l/kWh * kW * €/l * 1,1)	0,12	l/kWh	1,00	€/l		59,40	€/h
J		Sonstige Kosten, Verschleißteile							
K		Mittellohnkosten		35	€/Lohnstunde				
L		Gerätekosten je Stunde				36,75	15,81	83,12	49,18
M		Gerätekosten je Verrechnungseinheit (Leistung Schlitzwandgreifer)		12	m²/h	3,06	1,32	6,93	4,10
		Gesamtgerätekosten in €/m²:						15,40	
		Zuschlagsätze				BMLP	GZ Lohn	GZ Stoff	GZ Gerät
N		Werte aus K3 - Blatt				20,00%	20,00%	20,00%	20,00%
O		Gerätepreis je Stunde				44,10	18,97	99,74	59,01
P		Preis (Lohn + Sonstiges) je Stunde				63,07		158,75	
Q		Preis pro Stunde					221,83		
R		Preis pro Einheit					18,49		

Tabelle 5-15: K6E-Kalkulation zur Berechnung der Leistungskosten für Variante B mit stärker abgeminderten Fixkosten

### 5.4.4.3 K6E-Kalkulation: Variante C

Für Variante C ergeben sich keine Änderungen, d.h. die Fixkosten werden aus den bereits erläuterten Gründen nicht abgemindert.

Die erneute Gegenüberstellung der Leistungskosten der drei Varianten zeigt ein ähnliches Bild wie vorhin:

	Leistungskosten (Schlitzwandgreifereinsatz)	Reihung
Variante A:	12,22 €/m²	1.
Variante B:	15,40 €/m²	2.
Variante C:	30,88 €/m²	3.

Tabelle 5-16: Gegenüberstellung der Leistungskosten (Fixkosten stärker abgemindert)

### 5.4.5 Kostenvergleichsrechnung – Kostenkurvenvergleich

Der nächste Schritt ist als Ergänzung zum Gesamtkostenvergleich zu betrachten und verdeutlicht den Einfluss des **Beschäftigungsgrades** in Form von angenommenen Betriebsstunden pro Jahr auf die Gesamtkosten. Die zu Grunde liegenden Beistellkosten pro Jahr bzw. Betriebskosten pro Betriebsstunde der drei Seilbagger stammen aus Tabelle 5-5 auf Seite 113. Die Gegenüberstellung der Kostenkurvenverläufe zeigt, dass Variante A ab **1.415 Betriebsstunden pro Jahr** niedrigere Gesamtkosten als Variante B aufweist. Dies ist auf den geringeren Treibstoffverbrauch zurückzuführen. Variante C ist in dieser Gegenüberstellung klar die günstigste Variante, allerdings sind die jährlichen Gesamtkosten nicht sonderlich aussagekräftig, da die Leistung der Baumaschinen außer Acht gelassen wird.

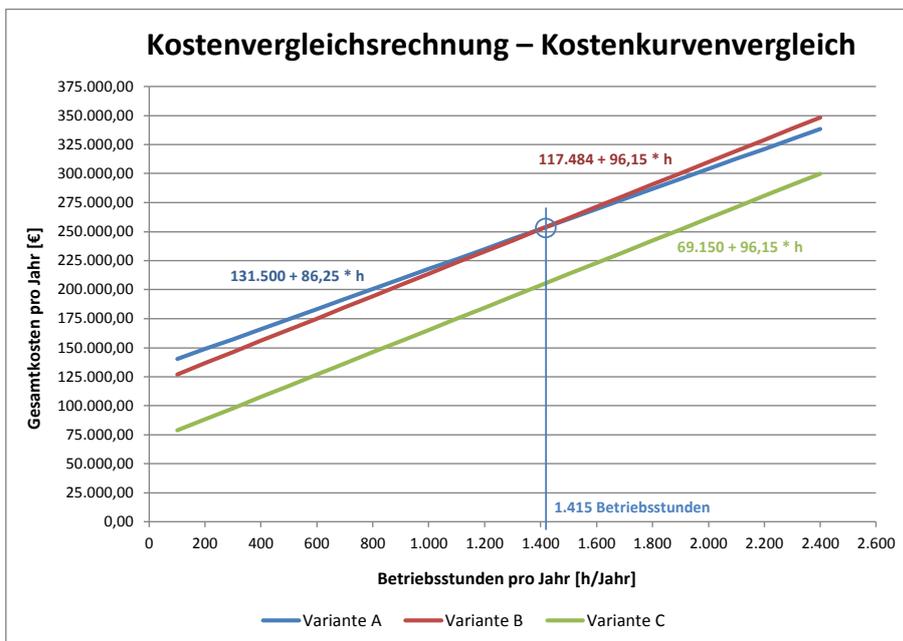


Bild 5-1: Kostenvergleichsrechnung – Kostenkurvenvergleich

#### 5.4.6 Gewinnvergleichsrechnung, Rentabilitätsrechnung

Nun werden die Kostenvergleichsrechnungen um die Ebene der Absatz-erlöse erweitert, um daraus den kalkulatorischen Gewinn und die Rentabilität (die durchschnittliche Verzinsung) des eingesetzten Kapitals ermitteln zu können. Dabei werden im Zuge der Gewinnvergleichs- bzw. Rentabilitätsrechnung wie beim Gesamtkostenvergleich sowohl **1.200** als auch **1.500 Betriebsstunden** pro Jahr zugrunde gelegt. Als Einheitspreis für den Schlitzwandgreifereinsatz wurde ein Durchschnittswert von **16 €/m<sup>2</sup>** gewählt, die Leistungswerte stammen aus dem Leistungskostenvergleich, die restlichen Werte aus Tabelle 5-5 auf Seite 113.

Analysiert man die Deckungsbeiträge der drei Varianten, fällt sogleich auf, dass **Variante C** in beiden Fällen einen negativen Deckungsbeitrag I aufweist, d.h. dass nicht einmal die variablen Kosten (Betriebskosten) zur Gänze von den Erlösen gedeckt werden können. Diese schlechte Performance kann bereits auf den ersten Blick erkannt werden, wenn die Erlöse (€ 80) den Betriebskosten pro Betriebsstunde (€ 96,15) gegenübergestellt werden. Zurückzuführen sind die niedrigen Erlöse auf die sehr geringe Leistung von Variante C. Unter diesen Randbedingungen kann mit Variante C kein Gewinn erwirtschaftet werden, dementsprechend ist auch die Rentabilität negativ.

Aber auch **Variante B** erreicht bei 1.200 Betriebsstunden pro Jahr keinen positiven DB II, d.h. die aus dem Baumaschineneinsatz resultierenden Fixkosten (die Beistellkosten) werden nicht zur Gänze gedeckt. Nach Abzug der Geschäftsgemeinkosten ergibt sich ein negativer Gewinn (Verlust), insgesamt ist dennoch eine positive Rentabilität erreichbar, da zur Ermittlung derselben die kalkulatorischen Zinsen wieder hinzuaddiert werden müssen. Für angenommene Betriebsstunden in der Höhe von 1.500 h/Jahr erreicht Variante B ein besseres Ergebnis, da die Fixkosten auf mehr Betriebsstunden verteilt werden (Fixkostendegression).

Mit **Variante A** sind in beiden Fällen hohe Gewinne und eine hohe Rentabilität erzielbar, d.h. diese Variante liefert die beste Performance.

Aus den Berechnungen ergibt sich sowohl für die Gewinnvergleichs- als auch die Rentabilitätsrechnung das gleiche Bild:

	Gewinn pro Jahr	Rentabilität	Reihung
<b>Variante A:</b>	34.200 €/Jahr 78.255 €/Jahr	13,34 % 22,15 %	1.
<b>Variante B:</b>	- 21.094 €/Jahr 5.354 €/Jahr	1,23 % 7,84 %	2.
<b>Variante C:</b>	- 103.292 €/Jahr - 110.445 €/Jahr	- 62,36 % - 67,13 %	3.

Tabelle 5-17: Gegenüberstellung des jährlichen Gewinns und der Rentabilität

**Gewinnvergleichsrechnung – Rentabilitätsrechnung**

		Variante A	Variante B	Variante C
<b>Fall A: 1.200 Betriebsstunden / Jahr</b>				
Einheitspreis pro m <sup>2</sup> (Schlitzwandgreifer)	[€/m <sup>2</sup> ]	16,00	16,00	16,00
Leistung Schlitzwandgreifereinsatz	[m <sup>2</sup> /h]	15,00	12,00	5,00
erwirtschafteter Erlös pro Betriebsstunde	[€/h]	240,00	192,00	80,00
zum Vergleich: Betriebskosten / Stunde	[€/h]	86,25	96,15	96,15
Betriebsstunden / Jahr	[h/Jahr]	1.200,00	1.200,00	1.200,00
<b>Nettoerlöse / Jahr</b>	<b>[€/Jahr]</b>	<b>288.000,00</b>	<b>230.400,00</b>	<b>96.000,00</b>
abzüglich Betriebskosten / Jahr (var. Kosten)	[€/Jahr]	103.500,00	115.380,00	115.380,00
<b>= Deckungsbeitrag I</b>	<b>[€/Jahr]</b>	<b>184.500,00</b>	<b>115.020,00</b>	<b>-19.380,00</b>
abzüglich Beistellkosten / Jahr (Fixkosten)	[€/Jahr]	131.500,00	117.484,44	69.150,00
<b>= Deckungsbeitrag II</b>	<b>[€/Jahr]</b>	<b>53.000,00</b>	<b>-2.464,44</b>	<b>-88.530,00</b>
abzüglich Geschäftsgemeinkosten (8 % der Gesamtkosten pro Jahr)	[€/Jahr]	18.800,00	18.629,16	14.762,40
<b>= Gewinn / Jahr - Fall A</b>	<b>[€/Jahr]</b>	<b>34.200,00</b>	<b>-21.093,60</b>	<b>-103.292,40</b>

		Variante A	Variante B	Variante C
mittleres gebundenes Kapital K <sub>m</sub>	[€]	500.000,00	400.000,00	150.000,00
kalk. Verzinsung Z <sub>k</sub> / Jahr	[€/Jahr]	32.500,00	26.000,00	9.750,00
<b>Rentabilität - Fall A</b>	<b>[%]</b>	<b>13,34%</b>	<b>1,23%</b>	<b>-62,36%</b>

$$R[\%] = \frac{\text{Erfolg}}{\text{ingesetztes Kapital}} = \frac{(G + Z_k) * 100}{K_m}$$

		Variante A	Variante B	Variante C
<b>Fall B: 1.500 Betriebsstunden / Jahr</b>				
Einheitspreis pro m <sup>2</sup> (Schlitzwandgreifer)	[€/m <sup>2</sup> ]	16,00	16,00	16,00
Leistung Schlitzwandgreifereinsatz	[m <sup>2</sup> /h]	15,00	12,00	5,00
erwirtschafteter Erlös pro Betriebsstunde	[€/h]	240,00	192,00	80,00
zum Vergleich: Betriebskosten / Stunde	[€/h]	86,25	96,15	96,15
Betriebsstunden / Jahr	[h/Jahr]	1.500,00	1.500,00	1.500,00
<b>Nettoerlöse / Jahr</b>	<b>[€/Jahr]</b>	<b>360.000,00</b>	<b>288.000,00</b>	<b>120.000,00</b>
abzüglich Betriebskosten / Jahr (var. Kosten)	[€/Jahr]	129.375,00	144.225,00	144.225,00
<b>= Deckungsbeitrag I</b>	<b>[€/Jahr]</b>	<b>230.625,00</b>	<b>143.775,00</b>	<b>-24.225,00</b>
abzüglich Beistellkosten / Jahr (Fixkosten)	[€/Jahr]	131.500,00	117.484,44	69.150,00
<b>= Deckungsbeitrag II</b>	<b>[€/Jahr]</b>	<b>99.125,00</b>	<b>26.290,56</b>	<b>-93.375,00</b>
abzüglich Geschäftsgemeinkosten (8 % der Gesamtkosten pro Jahr)	[€/Jahr]	20.870,00	20.936,76	17.070,00
<b>= Gewinn / Jahr - Fall B</b>	<b>[€/Jahr]</b>	<b>78.255,00</b>	<b>5.353,80</b>	<b>-110.445,00</b>

		Variante A	Variante B	Variante C
mittleres gebundenes Kapital K <sub>m</sub>	[€]	500.000,00	400.000,00	150.000,00
kalk. Verzinsung Z <sub>k</sub> / Jahr	[€/Jahr]	32.500,00	26.000,00	9.750,00
<b>Rentabilität - Fall B</b>	<b>[%]</b>	<b>22,15%</b>	<b>7,84%</b>	<b>-67,13%</b>

Tabelle 5-18: Gewinnvergleichsrechnung und Rentabilitätsrechnung bei 1.200 sowie 1.500 Betriebsstunden/Jahr

**5.4.7 Life Cycle Costs**

Das zur Berechnung von Life Cycle Costs bzw. für dynamische Investitionsrechenmethoden notwendige Datenmaterial ist schwer zu lukrieren, da eine kontinuierliche Erfassung der tatsächlich anfallenden Ein- und Auszahlungen (des **Cash Flows**) über die gesamte Nutzungsdauer der Baumaschine erfolgen muss. Im Rahmen dieser Arbeit steht eine derartige Datenfülle nicht zur Verfügung, wodurch eine Betrachtung der Life Cycle Costs entfallen muss.

## 5.5 Eingliedern der wirtschaftlichen Parameter in die Entscheidungsmatrix

Als letzter Schritt werden die wirtschaftlichen Kriterien in die Entscheidungsmatrix integriert und gewichtet, um schlussendlich den optimalen Seilbagger aus den drei gegenübergestellten Varianten bestimmen zu können. Es ist sogleich ersichtlich, dass ein reiner Vergleich der Anschaffungs- oder Gesamtkosten zu einem anderen Ergebnis führen würde als eine Gegenüberstellung der Leistungskosten oder Gewinnrentabilität der Baumaschinen. Die einzelnen Parameter müssen also gewichtet werden. In der Wahl dieser prozentuellen Gewichtungsfaktoren liegt ein subjektiver Spielraum, der auch vom Beschäftigungsgrad und der Zuverlässigkeit der Baumaschine sowie dem geplanten Einsatzgebiet abhängig ist. Bei einem laufend eingesetzten „Leistungsgerät“ wird anders gewichtet werden als bei einem Gerät mit hohen Bereitstellungszeiten, das selten eingesetzt wird. Es liegt auf der Hand, dass die Gewichtung je nach Anwendungsgebiet und Situation unterschiedlich ausfallen kann.

Da ein Seilbagger als **Leistungsgerät** insbesondere mit geringen Leistungskosten und einer hohen Rentabilität punktet, werden diese Parameter im vorliegenden Beispiel stärker gewichtet.

Im Endeffekt kristallisiert sich die Erkenntnis heraus, dass **Variante A** den beiden Mitbewerbern in fast allen Belangen überlegen ist. Zwar sind die Anschaffungskosten dieser Variante am höchsten, doch ihre Leistung und Qualität werden von den Konkurrenzprodukten nicht erreicht und machen unterm Strich viel höhere Gewinne und eine höhere Rentabilität realisierbar. In diesem Zusammenhang soll auch der Einfluss eines guten After-Sales-Services nochmals betont werden, der in diesem Beispiel bei Variante A am stärksten ausgeprägt ist. Die Entscheidung fällt somit klar zu Gunsten von **Variante A** aus.

Die detaillierte Bewertung und Gewichtung der einzelnen Entscheidungskriterien samt Endergebnis zeigt Tabelle 5-19.

Entscheidungsmatrix											Zelle
Kriterien			Gewichtung		Baumaschinen (Seilbagger)						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Projekt: Vergleich dreier Seilbagger			Gesamt	Einzel	Variante A		Variante B		Variante C		
Bearbeiter: Hillinger Christoph   Version: v1.0			[%]	[%]	Punkte	Gesamt	Punkte	Gesamt	Punkte	Gesamt	
Ausscheidungs- und Sonstige Kriterien	Ausscheidungs-kriterien	Motorisierung - Motorleistung	20	15	5	0,15	5	0,15	5	0,15	1,1
		Ausstattungsvarianten		25	5	0,25	4,5	0,225	4	0,2	1,2
		Traglast abhängig von Ausladung		25	5	0,25	5	0,25	4	0,2	1,3
		Windenzugkraft		10	4	0,08	5	0,1	5	0,1	1,4
		Lieferzeit, Verfügbarkeit des Gerätes		25	4	0,2	3	0,15	4	0,2	1,5
	Punkteanzahl - Teilkriterium			100		0,93		0,875		0,85	1,20
	Technische Kriterien	Haltbarkeit, Robustheit	20	30	5	0,3	4	0,24	2	0,12	2,1
		Verarbeitungsqualität		40	5	0,4	4	0,32	2	0,16	2,2
		Flexibilität		30	4	0,24	4	0,24	3	0,18	2,3
					0		0		0		2,4
	Punkteanzahl - Teilkriterium			100		0,94		0,8		0,46	2,20
	Hersteller- und Händlerkriterien	After-Sales-Service, Reaktionszeit	60	30	5	0,9	4	0,72	2	0,36	6,1
		Monteur in der Nähe		30	3	0,54	4	0,72	3	0,54	6,2
		Ersatzteilverfügbarkeit, Ersatzteilkosten		20	4	0,48	5	0,6	3	0,36	6,3
		mehrere Baumaschinen von einem Hersteller		10	4	0,24	3	0,18	1	0,06	6,4
Kundenzufriedenheit, Herstellerreue		10		4	0,24	3	0,18	1	0,06	6,5	
Punkteanzahl - Teilkriterium			100		2,4		2,4		1,38	6,10	
			100		4,27		4,07		2,69		
Ausscheidungsfaktor (multiplikativ: 1 alle Kriterien erfüllt, 0 zumindest ein Kriterium nicht erfüllt):					1		1		1		
Individueller Faktor (multiplikativ: Zwischen 0 und 1):					1		1		1		
Punkteanzahl der Ausscheidungs- und Sonstigen Kriterien:					4,27		4,07		2,69		
Baubetriebliche u. bauwirtschaftliche Kriterien	Leistung des Arbeitsgerätes	Technische Nutzleistung Q <sub>n</sub>	5	100	5	0,25	3	0,15	1	0,05	14,1
					0		0		0		14,2
					0		0		0		14,3
					0		0		0		14,4
	Punkteanzahl - Teilkriterium			100		0,25		0,15		0,05	14,20
	Wirtschaftliche Kriterien	Vergleich der Anschaffungskosten	95	5	1	0,0475	3	0,1425	5	0,2375	15,1
		Kostenvergleich - Gesamtkostenvergleich - 1.200h		5	2	0,095	3	0,1425	5	0,2375	15,2
		Kostenvergleich - Gesamtkostenvergleich - 1.500h		5	3	0,1425	2	0,095	5	0,2375	15,3
		Kostenvergleich - Leistungskostenvergleich 1		25	5	1,1875	3	0,7125	1	0,2375	15,4
		Kostenvergleich - Leistungskostenvergleich 2		25	5	1,1875	3	0,7125	1	0,2375	15,5
		Gewinnvergleichsrechnung		15	5	0,7125	2	0,285	0	0	15,6
		Rentabilitätsrechnung		20	5	0,95	3	0,57	0	0	15,7
	Punkteanzahl - Teilkriterium			100		4,3225		2,66		1,1875	15,20
				100		4,57		2,81		1,24	
	Gesamtpunkteanzahl der Varianten:					8,84		6,88		3,93	
Risikofaktor (multiplikativ: 1 kein erhöhtes Risiko, 0 unüberwindbares Risiko):					1		1		1		
Endpunkteanzahl:					8,84		6,88		3,93		
Entscheidung (Reihenfolge):					1		2		3		

Entscheidungsmatrix: ©ChristianHOFSTADLER

Tabelle 5-19: Endergebnis des Vergleichs dreier Seilbagger mit Hilfe einer Entscheidungsmatrix

## 6 Schlusswort

Die in der vorliegenden Arbeit beschriebene Vorgehensweise zur Auswahl der optimalen Baumaschine erleichtert es Baufirmen und Mietpartnern, aus der am Markt vorhandenen Produktvielfalt jene Variante herauszufiltern, die für ihre individuellen Anforderungen am besten geeignet ist. Mit dem vorgestellten Bewertungsschema lässt sich der Beschaffungsvorgang von Baumaschinen leicht kommunizieren und ist von Dritten nachvollziehbar. Dies ermöglicht eine bessere Rechtfertigung der Entscheidung und gestattet auch eine nachträgliche Reflexion, ob die richtigen Kriterien zur Auswahl herangezogen worden sind, d.h. ob eine nachhaltige Entscheidung getroffen wurde.

Auch Händler und Hersteller können an Hand des Bewertungsschemas ihre eigenen Produkte im Vergleich zur Konkurrenz darstellen und bestmöglich präsentieren. Hier liegt es am Kunden, die angegebenen Zahlen kritisch zu hinterfragen und zu verifizieren. Mit der vorliegenden Arbeit als Hilfestellung kann diese Aufgabe sicherlich leichter vonstattengehen.

Abschließend bleibt festzuhalten, dass es für größere Baufirmen bzw. Hersteller durchaus sinnvoll erscheint, eine umfassende Datenbank mit Baumaschinendaten anzulegen, um für künftige Entscheidungen bzw. Verkaufsverhandlungen eine solide Datenbasis zur Verfügung zu haben.

## Literaturverzeichnis

- AHRENS, H.; BASTIAN, K.; MUCHOWSKI, L.: Handbuch Projektsteuerung - Baumanagement. Fraunhofer IRB Verlag. Stuttgart, 2004.
- AURNHAMMER, H. E.: Verfahren zur Bestimmung von Wertminderungen bei (Bau-)Mängeln und (Bau-)Schäden. In: Baurecht, 5/1978.
- BALDERJAHN, I.: Einführung in die Betriebswirtschaftslehre. Stuttgart. Schäffer-Poeschel Verlag, 2007.
- BAUER, H.: Baubetrieb. Berlin Heidelberg. Springer-Verlag, 2007.
- BAUER, U.: Buchhaltung und Bilanzierung. Skriptum. Graz. Technische Universität Graz, 2009.
- BAUER, U.: Kosten- und Erfolgsrechnung. Skriptum. Graz. Technische Universität Graz, 2009.
- BAUER, H.: Baubetrieb 2 - Bauablauf, Kosten, Störungen. Berlin Heidelberg. Springer-Verlag, 1992.
- BAUER, U.: Betriebswirtschaftslehre Bau. Skriptum. Graz. Technische Universität Graz, 2009.
- BAUER, U.; PFLEGER, P.: Betriebswirtschaftslehre Übungen - Teil Kosten- und Erfolgsrechnung. Präsentation. Graz. Technische Universität Graz, 2010.
- BAUER, U.; UITZ, I.: Betriebswirtschaftslehre Übungen - Teil Investition. Präsentation. Graz. Technische Universität Graz, 2008.
- BECHMANN, A.: Nutzwertanalyse, Bewertungstheorie und Planung. Paul Haupt Berne. Stuttgart, 1978.
- BENESCH, T.; SCHUCH, K.: Basiswissen zu Investition und Finanzierung. Linde Verlag. Wien, 2005.
- BRAMSEMANN, R.: Handbuch Controlling. Carl Hanser Verlag. München Wien, 1987.
- COHRS, H.: Immer größere Vielfalt bei Raupenbaggern. In: Baumarkt + Bauwirtschaft, 10/2008.
- COHRS, H.: Randvoll mit toller Technik. In: bpz - Baupraxiszeitung, 3/2006.
- COHRS, H.: Kraft unter der Haube - Größere Radlader für das Bewegen großer Massen. In: bpz - Baupraxiszeitung, 3/2009.
- COHRS, H.: Baggern, aber richtig!. In: bpz - Baupraxiszeitung, 4/2011.
- DEYHLE, A.: Controller Handbuch, Bd. III. München. Wörtsee-Etterschlag, 1990.

- DREES, G.; HENSLER, F.: Instandhaltung von Baumaschinen. Wiesbaden. Bauverlag, 1982.
- FA. KUBOTA: Einführung der nächsten Abgasstufe - Kubota Industriebmotoren: Günstige Rohemissionen. In: bpz - Baupraxiszeitung, 5/2011.
- FISCHER, E.: Finanzwirtschaft für Anfänger. München, Wien. R.Oldenbourg Verlag, 2008.
- FISCHER, E.; KEBER, C.; MARINGER, D.: Arbeitsbuch zur Finanzwirtschaft für Anfänger. München, Wien. R.Oldenbourg Verlag, 1999.
- GARY, G.: Weit oben, aber nicht abgehoben. In: Österreichische Bauzeitung, 13/2007.
- GEFA GESELLSCHAFT FÜR ABSATZFINANZIERUNG: Finanzieren - Leasen - Mieten ?. In: Baumarkt + Bauwirtschaft, 6/2011.
- GESCHÄFTSSTELLE BAU DER WKÖ: ÖBGL 2009 - Österreichische Baugeräteliste. Gütersloh. Bauverlag BV GmbH, 2009.
- GOHOUT, W.: Operations research: Einige ausgewählte Gebiete der linearen und nichtlinearen Optimierung. München, Wien. R.Oldenbourg Verlag, 2007.
- HAAG, G.: Planmäßige Instandhaltung von Baumaschinen. Wiesbaden, Berlin. Bauverlag, 1973.
- HARTDEGEN, R.: Die neue EN 474-Serie (Ausgabe 2006) - Erdbaumaschinen - Sicherheit. In: TIEFBAU, 1/2009.
- HECK, D.; LANG, W.: Baubetriebslehre VU (Master). Skriptum. Graz. Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, Technische Universität Graz, 2011.
- HECK, D.; SCHLAGBAUER, D.: Bauwirtschaftslehre VU (Master). Skriptum. Graz. Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, Technische Universität Graz, 2011.
- HELMUS, M.; RAAZ, V.: Baumaschinen kaufen oder mieten?. In: BMT Baumaschine + Bautechnik, 3/1996.
- HEROLD, D.: Systematischer Verfahrenvergleich – Anwendung einer Entscheidungsmatrix im Spezialtiefbau. Diplomarbeit. Graz. Technische Universität Graz, 2011.
- HILLINGER, C.: Analyse von Baumaschinenvergleichen in Zeitschriften der letzten 6 Jahre. Masterprojekt. Graz. Technische Universität Graz, 2012.
- HOFSTADLER, C.: Schularbeiten: Technologische Grundlagen, Sichtbeton, Systemauswahl, Ablaufplanung, Logistik und Kalkulation. Berlin Heidelberg. Springer-Verlag, 2008.

- HOFSTADLER, C.: Monte-Carlo Simulation in der Arbeits-/Projektvorbereitung - Anwendung bei der Berechnung der Bauzeit. Tagungsband 8. Grazer Baubetriebs- und Bauwirtschaftssymposium. Graz. Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2010.
- HOFSTADLER, C.: Nachweis von Produktivitätsverlusten am Beispiel der Stahlbetonarbeiten - Literaturansätze im Vergleich zu aktuellen Untersuchungsergebnissen. Tagungsband 9. Grazer Baubetriebs- und Bauwirtschaftssymposium. Graz. Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2011.
- HÖLSCHER, R.: Investition, Finanzierung und Steuern. München, Wien. R. Oldenbourg Verlag, 2010.
- INSTITUTION OF PROFESSIONAL ENGINEERS NEW ZEALAND: Operator Protective Structures. [http://www.ipenz.org.nz/ipenz/forms/pdfs/PN12\\_Protective\\_Structures.pdf](http://www.ipenz.org.nz/ipenz/forms/pdfs/PN12_Protective_Structures.pdf). Datum des Zugriffs: 12.2.2012.
- JODL, H.: Lebenszykluskosten von Brücken – Teil 1 – Berechnungsmodell LZKB. In: Bauingenieur, 5/2010.
- KAHLE, E.: Betriebliche Entscheidung. München. R. Oldenbourg Verlag, 2001.
- KLOTZSCHE, G.; NOWITZKI, H.: Baumechanisierung und Baumaschinen. Berlin. Verl. f. Bauwesen, 1972.
- LAUX, H.: Entscheidungstheorie. Berlin Heidelberg. Springer-Verlag, 2005.
- LEMSER, D.: Wirtschaftlich fahren und transportieren (Teil 3) - Emissionen entstehen und müssen verringert werden. In: Bauportal, 1/2011.
- MAURER, H.; KRACA, M.: Beschaffungsverhalten von Unternehmen der Baubranche. In: BMT Baumaschine + Bautechnik, 7-8/1996.
- MELZER, H.: Leasing als Alternative. In: Österreichische Bauzeitung, 37/2010.
- NÖSTLTHALLER, R.: Heft 19 - Handbuch zu den Kalkulationsformblättern (Excel) der ÖN B 2061. Schriftenreihe. Graz. Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, Technische Universität Graz, 2008.
- OBERNDORFER, W. J.; JODL, H. G.: Handwörterbuch der Bauwirtschaft. Wien. ON Österreichisches Normungsinstitut, 2001.
- OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH SERVICE - DEPARTMENT OF LABOUR - NEW ZEALAND: Operator Protective Structures on self-propelled mobile mechanical plant. <http://www.osh.dol.govt.nz/order/catalogue/pdf/opscod.pdf>. Datum des Zugriffs: 12.2.2012.
- OHNE VERFASSER: Scharf gerechnet. In: Solid, 2/2010.
- OHNE VERFASSER: Der Krise Chancen abtrotzen ... In: Baumarkt + Bauwirtschaft, 6/2009.

ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: ÖNORM B 2061:1999 - Preisermittlung für Bauleistungen. ÖNORM. Wien. Austrian Standards plus GmbH, 1999.

ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: ÖNORM EN 13306:2010 - Instandhaltung - Begriffe der Instandhaltung. ÖNORM. Wien. Austrian Standards plus GmbH, 2010.

RAABER, N.: Heft 12 - Beitrag zur Ermittlung von Baugerätekosten. Schriftenreihe. Graz. Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, Technische Universität Graz, 2004.

ROBINSON, P.; FARIS, C.; WIND, Y.: Industrial buying and creative marketing. Boston. Allyn & Bacon, 1967.

SCHEUCH, F.: Allgemeine Betriebswirtschaftslehre. Service-Fachverlag. Wien, 1990.

SEICHT, G.: Moderne Kosten- und Leistungsrechnung. Linde Verlag. Wien, 1997.

SEIDEL, K. B.: Kreditkauf, Miete und Leasing ausgewählter Baugeräte. Diplomarbeit. Graz. Technische Universität Graz, 2011.

STADLER, F. X.: Baubetriebliche Anwendung der Zielbaumethode. Diplomarbeit. Graz. Technische Universität Graz, 2008.

VEIT, P.: Betriebswirtschaftslehre - Bau - Kostenrechnung, Investition. Skriptum. Graz. Technische Universität Graz, 2009.

WEBSTER, F.; WIND, Y.: Organizational buying behavior. Englewood Cliffs, NJ. Prentice-Hall, 1972.

WEYERS, S.: Messung, Skalenniveaus, Gütekriterien. [http://www.uni-frankfurt.de/fb/fb04/personen/weyerss/SoSe08\\_MeS/10Messung\\_Skalenniveaus.pdf](http://www.uni-frankfurt.de/fb/fb04/personen/weyerss/SoSe08_MeS/10Messung_Skalenniveaus.pdf). Datum des Zugriffs: 18.3.2012.

### Internetquellen:

[http://de.wikipedia.org/wiki/Life\\_Cycle\\_Costing](http://de.wikipedia.org/wiki/Life_Cycle_Costing) und  
[http://de.wikipedia.org/wiki/Total\\_Cost\\_of\\_Ownership](http://de.wikipedia.org/wiki/Total_Cost_of_Ownership).  
 Datum des Zugriffs: 6.3.2012.

[http://de.wikipedia.org/wiki/Besch%C3%A4ftigung\\_\(Kostenrechnung\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Besch%C3%A4ftigung_(Kostenrechnung)).  
 Datum des Zugriffs: 9.3.2012.

<http://www.controlling-wiki.com/de/index.php/SWOT-Analyse>. Datum des Zugriffs: 20.3.2012.

<http://de.wikipedia.org/wiki/MAPI-Methode>. Datum des Zugriffs: 24.3.2012.

<http://www.duden.de/rechtschreibung/Kriterium>. Datum des Zugriffs: 18.3.2012.

<http://de.wikipedia.org/wiki/Hydraulik>. Datum des Zugriffs: 23.12.2011.

**Expertengespräche:**

Dipl.-Ing. Werner Haiden  
Head of global After Sales für Crawler Cranes

Liebherr-Werk Nenzing GmbH  
A-6710 Nenzing

Ing. Johann Rauscher  
MTA Leitung

Ing. Ronald Hilger  
MTA/Technik

Grund-, Pfahl- und Sonderbau GmbH  
A-2325 Himberg bei Wien