



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

## ÚSTAV VÝROBNÍCH STROJŮ, SYSTÉMŮ A ROBOTIKY

INSTITUTE OF PRODUCTION MACHINES, SYSTEMS AND ROBOTICS

## NÁVRH PROCESU INTEGRACE EKODESIGNU A STROJNÍ BEZPEČNOSTI DO PROCESU VÝVOJE VÝROBKU

PROZESSBESCHREIBUNG ZUR INTEGRATION VON ECODESIGN UND MASCHINENSICHERHEIT IN DEN  
PRODUKTENTWICKLUNGSPROZESS

### DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Alexandr Božek

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.

BRNO 2017



# Zadání diplomové práce

Ústav:	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky
Student:	<b>Bc. Alexandr Božek</b>
Studijní program:	Výrobní systémy
Studijní obor:	Výrobní systémy
Vedoucí práce:	<b>doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.</b>
Akademický rok:	2016/17

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

## **Návrh procesu integrace ekodesignu a strojní bezpečnosti do procesu vývoje výrobku**

### **Stručná charakteristika problematiky úkolu:**

Aktuální cíle Evropské unie vztahující se ke snížení emisí skleníkových plynů, zvýšení bezpečnosti výrobků a budování nízkouhlíkové ekonomiky kladou nové požadavky na vývoj nových výrobků. Výrobci se tak musí oprostit od zaběhnutých postupů a systémovým přístupem integrovat nové procesy do vývoje výrobků. Práce je zaměřena na analýzu stavu vědy a techniky v této problematice a využití nových poznatků v návrhu procesního řízení vývoje vybraného typu obráběcího stroje, který bude respektovat aktuální a předpokládané požadavky na stroje v oblasti jejich bezpečnosti a ekodesignu. Práce bude mít přínos v oblasti "integrovaných systémů managementu" (popsáno normami řad ISO 9000, ISO 14000, OHSAS 18000 a eventuálně normou ISO 50001).

### **Cíle diplomové práce:**

1. Popsání stavu vědy a techniky v oblasti procesního řízení
2. Popsání životního cyklu obráběcího stroje
3. Analýza procesů vývoje obráběcího stroje
4. Zahrnutí legislativních požadavků na bezpečnost stroje a na ekodesign stroje do vývoje
5. Sestavení procesní mapy a popsání vstupů a výstupů dílčích procesů
6. Analýza vstupních zdrojů a shnutí požadavků na bezpečnost stroje
7. Návrh směrnic a instrukcí pro zabezpečování kvality u 2 vybraných procesů

### **Seznam doporučené literatury:**

Müller, Klaus-Peter. (1999): Umweltschutz in der metallverarbeitenden Industrie; VII, 252 S.; ISBN 978-3-663-07987-3

Madu, Christian. (2001): Handbook of Environmentally Conscious Manufacturing; 488 p.; ISBN 978--4615-1727-6

Brauweiler, Jana und Zenker-Hoffmann, Anke. (2014): Arbeitsschutzmanagementsysteme nach OHSAS 18001 - Grundwissen für Praktiker; ISBN 978-3-658-07021-2

Hering Ekbert, Stepsarsch Werner und Linder Markus. (1997): Zertifizierung nach DIN EN ISO 9000 - Prozeßoptimierung und Steigerung der Wertschöpfung; 2nd ed., 228 S.; ISBN 978-3-642-95834-2

ČSN EN ISO 9000 (2006): Systémy managementu kvality - Základní principy a slovník. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Praha.

ČSN EN ISO 9001 (2009): Systémy managementu kvality - Požadavky. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Praha.

ČSN EN ISO 14001 (2005): Systémy environmentálního managementu - Požadavky s návodem pro použití. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Praha.

ČSN OHSAS 18001 (2008): Systémy managementu bezpečnosti a ochrany zdraví při práci - Požadavky. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Praha.

ČSN EN ISO 50001 (2012): Systémy managementu hospodaření s energií - Požadavky s návodem k použití. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Praha.

Albertina icome Praha s.r.o. <http://www.infozdroje.cz/>, přístup 30.11.2015

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2016/17

V Brně, dne

L. S.

---

doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.  
ředitel ústavu

---

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.  
děkan fakulty

## **ABSTRAKT**

Diplomová práce řeší problematiku vzniku nových požadavků, které jsou kladeny na vývoj nových výrobků s ohledem na budování nízkouhlíkové ekonomiky a zvýšení bezpečnosti výrobků.

V první části diplomové práce je popsán stav vědy a techniky v oblasti procesního řízení a následně je popsán životní cyklus obráběcího stroje, s důrazem na vývoj stroje.

V druhé části je provedena rešerše v oblasti legislativních požadavků na bezpečnost stroje a na ekodesign stroje do vývoje.

V praktické části je provedena analýza hlavních procesů firmy produkující výrobní stroje, a to s důrazem na procesy v oblasti bezpečnosti a ekodesignu. Následně jsou navrženy procesy pro stanovení a ověřování bezpečnosti. Dále práce popisuje metodiku implementace ekodesignu do procesů firmy, která je prezentována na procesech firmy a demonstrována na jednoduchém příkladu vrtačky.

Diplomová práce má tak praktický přínos v zavedení subprocesu stanovení a ověření bezpečnostních požadavků a zavedení procesu vývoje produktu v rámci realizace ekodesignu na produktech firmy.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

procesní řízení, životní cyklus stroje, vývoj stroje, legislativní požadavky, bezpečnost stroje, bezpečnostní požadavky, ekodesign, codesign, procesní mapa, zabezpečování kvality, kvalita, nízkouhlíková ekonomika

# **KURZREFERAT**

Diese Diplomarbeit beschäftigt sich mit der Problematik der Entstehung neuer Anforderungen, die auf die Entwicklung neuer Produkte im Hinblick auf den Aufbau einer kohlenstoffarmen Wirtschaft und Steigerung der Produktsicherheit gestellt werden.

Der erste Teil der Diplomarbeit beschreibt den Stand der Wissenschaft und Technik auf dem Gebiet der Prozesssteuerung und anschließend wird der gesamte Lebenszyklus einer Bearbeitungsmaschine beschrieben, mit einem Schwerpunkt auf die Entwicklung der Maschine.

Im zweiten Teil werden Recherchen auf dem Gebiet der gesetzlichen Anforderungen auf die Maschinensicherheit und Ökodesign der Maschine in der Entwicklung durchgeführt.

Im praktischen Teil wird die Analyse von Hauptprozessen der Firma durchgeführt, welche die Herstellungsmaschinen produziert, und zwar mit dem Akzent auf Prozesse im Bereich der Sicherheit und des Ökodesigns. Nachfolgend werden Prozesse für die Festlegung und Beglaubigung der Sicherheit entworfen. Die Arbeit weiter beschreibt die Methodik der Implementierung des Ökodesign in die Firmenprozesse, welche auf den Prozessen einer Firma präsentiert werden, die Herstellungsmaschinen produziert und wird an einem einfachen Beispiel der Bohrmaschine demonstriert.

Die Diplomarbeit hat somit einen praktischen Beitrag in der Einführung des Subprozesses der Festlegung und Beglaubigung von Sicherheitsanforderungen und der Integration des Ökodesign in die Prozesse der Produktentwicklung.

# **SCHLÜSSELWÖRTER**

Prozessmanagement, Lebenszyklus von Maschinen, Entwicklung von Maschinen, gesetzliche Anforderungen, Maschinensicherheit, Sicherheitsanforderungen, Ecoodesign, Ökodesign, Prozessplan, Qualitätssicherung, Qualität, kohlenstoffarme Wirtschaft

## **ABSTRACT**

The thesis deals with the issue of the formulation of new requirements to the development of new product with regard to the development of carbon-free economy and product safety improvement.

The first part of the thesis describes the state of art of science and technique in the field of process management and the life cycle of a machine tool with emphasis placed on the machine tool development.

The second part of the thesis includes a research of legislative requirements concerning machine safety and environmental aspects of the design of the machine to be manufactured.

The practical part focuses on an analysis of key processes of the company with emphasis placed on safety and environmental friendly design processes with suggestions concerning improvement of processes with implemented sub-processes necessary for the identification and verification of safety. The thesis describes method implementation of ecodesign processes, which are presented on processes of company and demonstrated on product of drill.

The thesis has practical implications for the introduction of automated sub-process of the identification and verification of safety requirements and integration of product development process in realization of ecodesign to company's products.

## **KEY WORDS**

process management, machine life cycle, machine development, legislative requirements, machine safety, safety requirements, environment friendly design, process map, quality assurance, quality, low carbon economy



## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

BOŽEK, A. *Návrh procesu integrace ekodesignu a strojní bezpečnosti do procesu vývoje výrobku*, Brno, Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství. 2017, 168 s., Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.

## **BIBLIOGRAPHISCHE ZITATION**

BOŽEK, A. *Prozessbeschreibung zur Integration von Ekodesign und Maschinensicherheit in den Produktentwicklungsprozess*, Brno, Technische Universität Brunn, Fakultät für Maschinenbau. 2017. 168 S. Betreuer doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.

## **DANKSAGUNG**

Hiermit möchte ich mich bei dem Leiter der Diplomarbeit Dozent Ing. Petr Blecha, Ph.D. für die wertvollen Hinweise und Ratschläge zur Erstellung der Diplomarbeit bedanken.

## **EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG**

Ich erkläre hiermit, dass ich diese Arbeit selbstständig unter der Leitung von Dozent Ing. Petr Blecha, Ph.D. und unter der Verwendung von den in der Liste angegebenen Quellen verfasst habe.

In Brno, den 26. 5. 2017

.....  
Bc. Alexandr Božek

# INHALT

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG.....</b>	<b>15</b>
1.1	Grundinformationen über den Unternehmen.....	16
<b>2</b>	<b>BESCHREIBUNG DES STANDS DER WISSENSCHAFT UND TECHNIK AUF DEM GEBIET DER PROZESSSTEUERUNG .....</b>	<b>17</b>
2.1	Einführung in die Problematik des Prozessmanagements.....	17
2.2	Entwicklung des Prozessmanagements .....	18
2.3	Forschungen des Prozessmanagements in der Tschechischen Republik .....	21
2.4	Forschungen des Prozessmanagements in der Welt.....	22
<b>3</b>	<b>LEBENSZYKLUS VON BEARBEITUNGSMASCHINEN.....</b>	<b>25</b>
3.1	Hauptphasen des Lebenszyklus der Bearbeitungsmaschine.....	25
3.1.1	Erste Phase – Fertigung der Bearbeitungsmaschine .....	25
3.1.2	Zweite Etappe – Verwenden der Bearbeitungsmaschine .....	31
3.1.3	Dritte Etappe – Entsorgung .....	32
<b>4</b>	<b>GESETZLICHE ANFORDERUNGEN AN MASCHINENSICHERHEIT.....</b>	<b>33</b>
4.1	Funktionalen Sicherheit und der Sicherheit gegen den Missbrauch .....	33
4.2	Harmonisierte EU-Rechtsvorschriften .....	34
4.3	Erfüllung der Ziele der Europaschen Union.....	35
4.4	Harmonisierte EU-Vorschriften für die Maschinensicherheit.....	36
4.4.1	Normen für die Maschinensicherheit .....	38
<b>5</b>	<b>LEGISLATIVE ANFORDERUNGEN AN ÖKODESIGN VON MASCHINEN.....</b>	<b>41</b>
5.1	Energiepolitik der Europäischen Union .....	41
5.2	EU-Richtlinien für Ökodesign.....	43
5.3	Ökodesign Verordnungen.....	45
5.4	Erhöhung der energetischen Wirksamkeit bei den Produktionsmaschinen .....	45
<b>6</b>	<b>ANALYSE DER HAUPTPROZESSE DES UNTERNEHMENS MIT SCHWERPUNKT AUF MASCHINENSICHERHEIT UND ÖKODESIGN UND VERBESSERUNGSVORSCHLÄGE.....</b>	<b>47</b>
6.1	Prozesslandkarte und Geschäftsprozess .....	47
6.2	Analyse der Hauptprozesse .....	48
6.2.1	Hauptprozesse der Firma.....	50
6.3	Beschreibung der Ein- und Ausgänge und Analyse von Eingangsquellen .....	69
6.4	Aktuelle Situation im Bereich der Sicherheit der Maschinen in der Firma .....	73
6.4.1	Aktuelle Situation der Entwicklung einer sicheren Maschine in der Firma....	73
6.4.2	Prozesseinführung der Entwicklung von sicheren Maschinen.....	73
6.5	Integration von Ekodesign in den Produktentwicklungsprozess.....	85
6.5.1	Strategie zum Schutz der Umwelt.....	85
6.5.2	Ökodesign, seine Grundstelle in der environmentalen Politik.....	87
6.5.3	Environmentales Profil, die Einführung des Ökodesign und das Marketing ..	88
6.5.4	Rad von Ökodesign-Strategien.....	89
6.5.5	Ausgewählte Werkzeuge und Methoden.....	91
6.5.6	Entwurf der Methodik der Implementierung des Ökodesigns in einer Firma.	95
6.5.7	Prozesseinführung im Bereich des Ekodesign .....	120
<b>7</b>	<b>ENTWURF VON RICHTLINIEN UND INSTRUKTIONEN FÜR AUSGEWÄHLTE PROZESSE.....</b>	<b>127</b>

<b>8</b>	<b>ABSCHLUSS .....</b>	<b>129</b>
<b>9</b>	<b>SHRNUTÍ.....</b>	<b>135</b>
<b>10</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>143</b>
<b>11</b>	<b>LISTE VON ABKÜRZUNGEN UND LISTE DER ABBILDUNGEN .....</b>	<b>151</b>
11.1	Liste von Abkürzungen.....	151
11.2	Liste der Abbildungen .....	152
11.3	Liste der Tabellen .....	153
11.4	Liste der Anhänge.....	153



# 1 EINLEITUNG

Energieeffizienz und Maschinensicherheit von Bearbeitungsmaschinen ist derzeit ein wichtiges Thema, das sowohl in Fachkreisen als auch außerhalb dieser stehen sie im Mittelpunkt. In ganz Europa laufen Analysen des Energieverbrauchs von Bearbeitungsmaschinen, sowie Analysen der Maschinensicherheit. Deren Ziel ist es, Anregungen zu gewinnen, auf Grund dieser es möglich wird die Energieeffizienz zu reduzieren oder die Sicherheit zu erhöhen, so dass die Bearbeitungsmaschinen sowohl für die Umwelt als auch für den Anwender akzeptabel werden. Die Hersteller müssen neue Wege suchen, um den Verbrauch von Maschinen effizient zu reduzieren, aber auch Wege, um die Treibhausgasemissionen direkt zu senken. Ein bedeutendes Thema ist auch der aktuelle Einfluss der Regulierungsbehörde der Europäischen Union, die sich aufgrund der Entwicklung in der Europäischen Union bemüht einen einfacheren Handelsraum durch die Harmonisierung der Rechtsvorschriften zu schaffen.

Ökodesign, aus dem englischen „design for economy and environment“, orientiert sich an den Prinzipien der Nachhaltigkeit, analysiert den Bereich des Energieverbrauches und die Umweltauswirkungen des Lebenszyklus von Maschinen. Das Ergebnis sollten Empfehlungen, Entwürfe von Regeln zur Maschinenbewertung, so dass die Auswirkungen auf die Umwelt minimiert werden. [1]

Im aktuellen Stand entsteht ein Dreieck der Beziehungen – Benutzer, Hersteller von Bearbeitungsmaschinen und Regulierungsbehörde, Abb. 1.1, in unserem Fall vor allem die Europäische Union (EU), in welchem es in jedem Eckpunkt andere Prioritäten gibt. Es ist daher erforderlich einen Konsens zu schaffen, der für alle drei Seiten anwendbar ist.

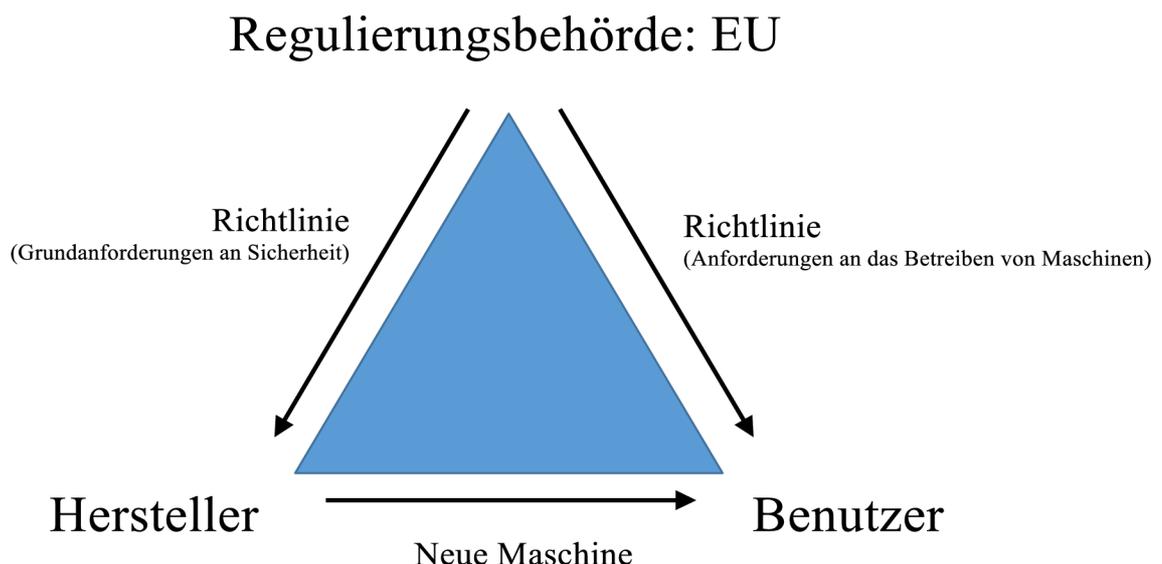


Abb. 1.1) Dreieck Regulierungsbehörde, Benutzer, Hersteller

## **1.1 Grundinformationen über den Unternehmen**

Diese Diplomarbeit wurde im Zusammenarbeit mit einem anonymen Unternehmen erstellt. Diese Firma gehört in ihrem Bereich zu weltführenden Unternehmen.

Das Produktionsprogramm der Firma konzentriert sich auf große Bearbeitungszentren und Karussells, die eine Bearbeitung von schweren, sehr komplexen Werkstücken bis von fünf Seiten mit Verwendung von kontinuierlicher Steuerung bis in fünf Achsen ermöglichen. Es handelt sich um Bearbeitungszentren mit beweglichem Ständer und Portalbearbeitungszentren. Die Maschinen finden eine Anwendung insbesondere in der Schwerindustrie, Energetik, Waffen- und Flugzeugindustrie, bei der Herstellung von schweren Baumaschinen und Bergbaumaschinen, in der Schiffbauindustrie und Eisenbahnindustrie.

Die Strategie des Unternehmens basiert auf der Philosophie einer kundenorientierten Firma, wo alles mit der Identifizierung der Kundenbedürfnisse beginnt und mit Nachgarantie Service endet. Die Maschinen werden kontinuierlich innoviert, und dies einschließlich Komponente, Systeme und Zubehör, die von weltbekannten Herstellern geliefert werden.

Das Unternehmen verfügt über ein Qualitätsmanagementsystem nach EN ISO 9001, und besitzt zahlreiche Auszeichnungen für die technische Ausführung der Maschinen.

## 2 BESCHREIBUNG DES STANDS DER WISSENSCHAFT UND TECHNIK AUF DEM GEBIET DER PROZESSSTEUERUNG

### 2.1 Einführung in die Problematik des Prozessmanagements

Der Prozess besteht aus einer Reihe von miteinander verknüpften Aktivitäten, die den Eingängen bei Nutzung von Quellen einen Wertbeitrag geben und diese in Ausgänge umwandeln, die ihren Kunden haben. [3]

Der Prozess ist eine organisierte Gruppe von miteinander verknüpften Aktivitäten und/oder Subprozessen, die durch eine oder mehrere Geschäftsprozesse oder mehrere zusammenarbeitende Zwischenprozesse gehen, die materiellen, personellen, finanziellen und Informationseingänge benutzen und deren Ausgang das Produkt ist, der den Wert eines internen oder externen Kunden hat. [4]

Der Prozess ist also eine wiederholte strukturierte Transformation für Ausgänge, geregelt durch verwendete Quellen, siehe Abb. 2.1. Weiterhin kann der Prozess in einzelne Subprozesse geteilt werden, die die logische Anordnung der Subprozesse bilden, siehe Abb. 2.1.

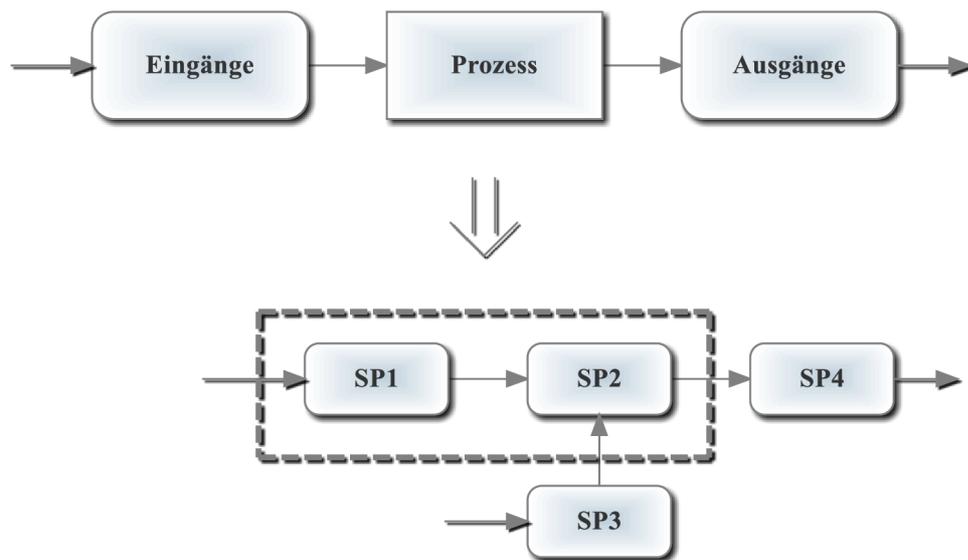


Abb. 2.1) Eingang – Prozess – Ausgang und logische Anordnung der Subprozesse

Jeder Prozess kann eine Hierarchie je nach der Komplexität des Verlaufs haben, siehe Abb. 2.2. Die Hierarchie dient der übersichtlichen Ansicht und Beschreibung der einzelnen Prozesse.

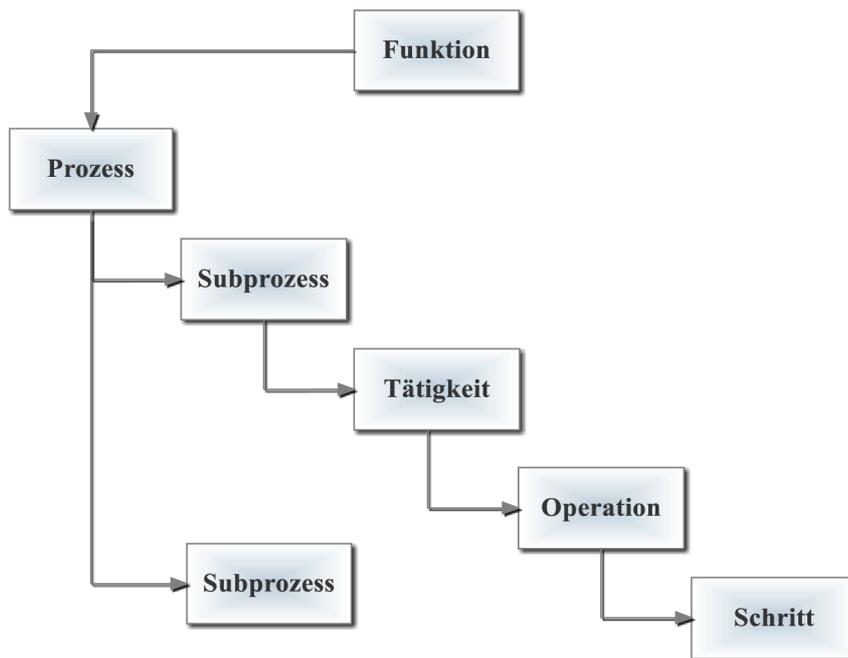


Abb. 2.2) Prozess-Hierarchie [5]

Die grundlegende Charakteristik des Ansatzes von Prozessmanagement ist die Fähigkeit auf die verschiedenen und sich stets verändernden Kundenanforderungen zu reagieren. Der Prozessansatz ermöglicht einen flexiblen Übergang zwischen den unterschiedlichen Kundenanforderungen und Bedürfnissen, respektive einen Übergang von großen Mengen eines Produktes zu großen Mengen verschiedener Produkte, und dies bei der Steigerung der Effizienz, Wirtschaftlichkeit und Zweckmäßigkeit der Aktivitäten und Prozesse in der Organisation. [3]

Der wichtigste Erfolgsfaktor ist die konsequente Implementierung und Durchsetzung des Prozessansatzes unter der eindeutigen und kontinuierlichen Unterstützung des Top Managements. Der Prozessansatz bedeutet also eine konsequente Implementierung und Durchsetzung von bekannten Methoden in allen Arbeitsverfahren, bei aufeinander abgestimmten Zielen, mit allen Mitarbeitern und unter der eindeutigen Unterstützung des Top Managements. [3]

## 2.2 Entwicklung des Prozessmanagements

Das erste Mal wurde Prozessmanagement 1776 von Adam Smith in seinem Buch *Über die Ursachen des Reichtums der Völker* erwähnt. In diesem Buch wurde zum ersten Mal die Philosophie und die Grundprinzipien des funktionalen Ansatzes beschrieben und definiert. Mit Philosophie wird der Ansatz zur Arbeitsverteilung auf einfache Aufgaben gemeint, damit diese auch von unqualifizierten Mitarbeitern durchgeführt werden können. [3] Ein Beispiel für die Verwendung dieses Ansatzes waren zum Beispiel die Werke von Henry Ford, wo dank diesem Ansatz und den Fähigkeiten von neuen Maschinen erzielt wurde, dass ein Mensch die Arbeit von mehreren Menschen ausüben kann, was zur Erfindung der Fließbandfertigung führte. Der entscheidende Faktor für den Erfolg der funktionalen Prozesse war zu Beginn des 20. Jahrhunderts die Orientierung auf die Wirtschaftlichkeit der Massenproduktion. Ján

Závadský führt in seinem Buch *Systemische Abhandlung von Prozessmanagement* an, dass man Prozessmanagement als systematische Identifizierung, Visualisierung, Messung, Auswertung und kontinuierliche Verbesserung der Geschäftsprozesse unter der Verwendung von Methoden und Prinzipien definieren kann, die auf dem Prozessansatz basieren. [6]

Nach M. Grasserová ist ein wesentliches Merkmal der Prozesssteuerung die Fähigkeit auf verschiedene Kundenanforderungen reagieren zu können. Der Prozessansatz ermöglicht uns also einen flexiblen Übergang von einer Kundenanforderung zur anderen. [6]

Der Prozessansatz stellt in den Vordergrund Ströme der Tätigkeiten, die durch die ganze Organisation strömen, also Prozesse. Der Prozessansatz ist also mehr horizontal – auf Prozesse orientiert, im Gegensatz zu dem traditionellen vertikalen funktionalen Ansatz, der auf dem Entwurf und der Änderung formeller Organisationsstrukturen basiert.

Der Weg zur Prozesssteuerung, wie man es in der jetzigen Form sieht, war kompliziert und basierte sowie die Wissenschaft auf vielen Versuchen und vor allem Irrtümern, die zum Ziel hatten eine prozessgesteuerte Gesellschaft zu erreichen. Aber erst in den letzten Jahren wurde Prozessmanagement ein bedeutendstes Element in Unternehmen auf der ganzen Welt.

Einer der ersten Namen verbunden mit der Prozessnutzung ist Frederick Taylor (1856 – 1915). Taylor trat im Laufe der siebziger Jahre des neunzehnten Jahrhundert dem Unternehmen Madvale Steel ein, wo er als führender Ingenieur seine Ideen und Talent applizieren konnte. Einen großen Wert legte er auf die Normierung und Ergonomie der Arbeitsbewegungen. Zur Bestimmung der Normen verwendete er keinen Durchschnittswert, sondern die beste Leistung. Er behauptete, dass ein Arbeiter genau wissen muss, was und wie er zu tun hat, und dabei Standardhilfsmittel und Material zur Verfügung zu haben. Nur so lässt sich die hohe Produktivität der Arbeiter dauerhaft aufrechterhalten. Initiative der Arbeiter an Änderungen ist nach Taylor unerwünscht. [7]

Taylors Prinzipien, die in seinem Buch *Principles of Scientific Management* 1911 publiziert wurden:

1. Methode einführen, die auf wissenschaftlicher Studie der Aufgabe basiert.
2. Jeden Mitarbeiter trainieren und weiterentwickeln ist es besser, als wenn sie sich selbst fortbilden.
3. Detaillierte Anweisungen und Überwachung jedes einzelnen Mitarbeiters, während er seine Aufgabe ausführt.
4. Gleichmäßige Arbeitsteilung zwischen Manager und Arbeitnehmer, so dass die Manager wissenschaftliche Prinzipien auf die Arbeitsplanung applizieren und die Arbeitnehmer diese Aufgaben tatsächlich ausführen.

Heutzutage wird jedoch Taylors Ansatz im gewissen Masse übertroffen, es ist notwendig den Arbeiter nicht nur als eine produktive Einheit zu sehen, sondern vor allem als einen Mensch, und daraus resultieren im Übrigen die Arbeitssicherheit und der Gesundheitsschutz.

Ein Meilenstein im Bereich des Prozessmanagements sind die achtziger Jahre, wo die Priorität die Qualität der hergestellten Produkte war. Man kann also von Total Quality Management (TQM), Six Sigma sprechen, das das Wort „Prozess“ ins Bewusstsein ruf, sowie ISO (International Organization for Standardization) und später auch das Konzept Kaizen (Blitz). [8]

## **Six Sigma** [9], [10]

Methode Six Sigma ist ein Managementsystem zur Prozessverbesserung und wird ähnlich wie Lean eher als Philosophie bezeichnet, die von einer Organisation anzunehmen ist. Diese Methode orientiert sich auf ständige Verbesserung und Innovation der Organisation, mit Prozessanalysen, Messungen, Normierung von Messverfahren. Es ist ein umfassendes flexibles Managementsystem basierend auf dem Verstehen der Kundenbedürfnisse und den Kundenerwartungen, disziplinierter Nutzung von Informationen und Daten.

Innovationen basieren in Six Sigma auf Verbesserungszyklen DMAIC. Diese Methode sucht die Schwachstellen (bottleneck) – deren Entfernung einer der Eckpfeiler von Six Sigma ist.

## **Kaizen** [11]

Kaizen ist eine Methode der stetigen Verbesserung, basieren auf Japans kulturellen Traditionen. Die Verbesserung orientiert sich auf Prozessoptimierung und Arbeitsverfahren-Optimierung, Qualitätssteigerung und Ausschussreduzierung, Material- und Zeitersparnis führend zur Kostensenkung, oder auf Arbeitssicherheit und Reduzierung von Arbeitsunfällen. Die Basis der Methode ist es, dass in die Prozesse Führungskräfte wie Mitarbeiter einbezogen werden. Teilnehmen kann jeder. Mit Ideen zur Verbesserung, die kollektiv diskutiert werden, können alle kommen.

Am Anfang der neunziger Jahre wurde das Taylor Konzept durch Business Process Reengineering (BPR) unterstützt, und startete im Juli 1990 mit dem Artikel „Don't automate, obliterate“ von Hammer und Champy. Im Laufe der neunziger Jahre wurde Enterprise Resource Planning (ERP) sehr populär. ERP konzentrierte sich auf die Organisation – als der wichtigste Schlüssel zu einer perspektiven Firma. Zu Ende der neunziger Jahre wurde wieder Customer Relationship Management (CRM) sehr populär, die Orientierung war auf die Kundenanforderungen. Ein Nachteil dieser CRM-Systeme war jedoch das Problem mit der Implementierung in Backoffice. [8]

An der Jahrtausendwende wird das Prozessmanagement sehr wichtig. Mit IT und ihrer extremen Implementierung in allen Firmen wurde erforderlich Konzepte „workflow“ und „business rules engineer“ einzuführen. Diese Konzepte haben sich anschließend in (BPMS) Business Process Management Systems transformiert. Bei BMPS ist der große Vorteil, dass es technologische Aspekte und zugleich auch „integrated document management“ eingliedert. [8]

Derzeit ist aktuell der Übergang von funktionaler Unternehmensführung zu prozessualer. [12] Während der letzten zwanzig Jahre wurde zur Gewohnheit, dass Unternehmen durch ihre Mitarbeiter gezwungen werden über die Verbesserung der Prozesse nachzudenken. Im Gegensatz zu funktionaler Führung, wo das Grundkriterium der Organisationsaufteilung die Fähigkeit ist, ist das Prozessmanagement nicht nur auf das Ergebnis der Arbeit orientiert, sondern auch auf die Arbeitsverfahren. Die Arbeit wird nicht in getrennten Funktionseinheiten ausgeführt, sondern sie verläuft durch diese. Das ganze System wird dann durch die Kundenbedürfnisse gesteuert, in der Regel in Form gesteuerter Interaktion und Schnittstelle, was Produktportfolio-Management bedeutet. Bei Prozessmanagement kommt es zu Verbesserung in der Regel in Form von Optimierung und Vereinfachung der gesamten Arbeitsabläufe. Während Organisationseinheiten genau definiert und bekannt sind, werden Prozesse und deren Abläufe, einschließlich der Nutzung von erforderlichen Charakteristiken, nicht definiert. Dies bedeutet, dass Prozesse in der

Organisation verteilt sind und die Mitarbeiter denken nur über einzelne Tätigkeiten nach, jedoch nicht über den gesamten Prozess, an welchem sie sich beteiligen. Prozesse werden auch nicht gesteuert, denn die Manager werden mit der Führung von Arbeitseinheiten beauftragt, aber niemand trägt eine Verantwortung für den gesamten Prozess.

Derzeit führen Unternehmen Prozessmanagement ein. Im Bereich Maschinenbau sind es wenige, im Gegensatz zu anderen Bereichen, es ist jedoch nicht falsch. Es liegt, nach Autorenmeinung, daran, dass Maschinenbau aus der Sicht eines Ökonomen ein weniger flexibler Markt ist, und die Firmen planen langfristiger als es zum Beispiel in IT-Unternehmen der Fall ist, wo der Prozess strategischer Planung weit flexibler und dynamischer sein kann. Somit werden Unternehmen nicht so extrem gezwungen auf andere Managementsysteme zu übergehen und sie brauchen es auch nicht, denn dies stört ihre langfristige Planung und die Frage, ob es sich lohnt in den Übergang zu investieren, wird dann noch mehr diskutabel. Derzeit wird jedoch die Situation geändert.

Seit 2006 gab es auf dem Gebiet des Prozessmanagements große Veränderungen, und zwar, dass Prozessmanagement nicht nur die Einführung der operativen Prozesse bedeutet. Themen, die heute am meisten diskutiert werden, orientieren sich auf die Systemverbesserung des Prozessmanagements, so dass es am effektivsten funktioniert.

Aktuelle Konferenzen konzentrieren sich auf eine Reihe von Themen aus dem Bereich des Prozessmanagements. Ein wichtiges Thema ist die Integrierung von BPM (Business process management) in Unternehmen, weiter dann die Orientierung auf Quellen des Zeitmanagements in BPM, Prozessanalysen und Fallstudien, die wertvolle Informationen aus der Praxis und Umweltaspekt von BPM bringen. [13]

In Zukunft wird BPM im Management der Unternehmen helfen eine noch bessere Wettbewerbsfähigkeit in der aktuellen turbulenten Wirtschaft zu erreichen. Die aktuelle Situation auf dem Markt zeichnet sich durch extreme Veränderungen auf dem Markt, Steigerung der Internationalisierung und Markttransparenz aus. Der Kunde hat heute die beste Stellung denn je, und so wird es wahrscheinlich auch in der Zukunft sein. Dies zwingt die Firmen zu adäquaten Reaktionen auf diese Veränderung. Die wachsende Bedeutung der Optimierung und Implementierung der Prozesse in Unternehmen und die Einführung des Prozessmanagements sind die wichtigsten Voraussetzungen zur Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit der einzelnen Unternehmen. [8]

### **2.3 Forschungen des Prozessmanagements in der Tschechischen Republik**

2005 wurde unter der Leitung des Autors Řepa eine Untersuchung des Zustandes des Prozessmanagements in tschechischen Unternehmen durchgeführt. Fragen über Prozessmanagement und Geschäftsprozessneugestaltung haben mittlere und große Unternehmen beantwortet. Fast ausnahmslos sind alle angesprochenen Unternehmen auf ausländischen Märkten tätig oder haben ausländische Beteiligungen. Es handelte sich um Unternehmen in den Bereichen: Bankwesen, Software-Entwicklung, Telekommunikation, Beratung, Vertrieb, Logistik. Wie es ersichtlich ist, handelte es sich nicht um eine Untersuchung in Fertigungsbetrieben.

Stand der Implementierung von BPR in Mitteleuropa, konkret in Tschechien, Slowakei und Ungarn, Jahr 2008 – 31 % der Unternehmen hält ihre Führung für prozessual. Mehr als ein Drittel plant den Übergang zu Prozessmanagement innerhalb von 3 Jahren und ca. 13 % plant keine Implementierung. 17 % plant dann die Implementierung in 3 Jahren. [14]

Im Bereich der Verantwortung für Prozessmanagement gibt es folgende Ergebnisse. 40 % der Verantwortung übernimmt der IT-Manager, 36 % Qualitätsmanager, 4 % Quality Manager und nur bei 20 % der Unternehmen ist dies der Prozessmanager. In fast gleicher Anzahl der Fälle (36 %) wird das Prozessmanagement als ein Bestandteil des Qualitätsmanagements gesehen. Nur 20 % der Organisationen verfügt über die Position des Prozessmanagers. Die Autoren dieser Untersuchung legen nahe, dass sich der Trend des Verständnisses von Prozessmanagement in Zukunft weiter vertiefen wird. [15]

Bei der Frage über die im Prozessmanagement verwendete Methodik überwiegt ein Anteil der Antworten: ISO, in 42 % der Fälle wird Prozessmanagement als ein Bestandteil des Qualitätsmanagements gesehen, wie es auch die vorherige Frage zeigte. Weitere Antworten erwähnten die Nutzung der Methodik: ITIL 16 %, Six Sigma 11 %, COBIT 5 %, Lean 5 %. Einige Organisationen haben zugegeben (16 %), dass sie keine Methodik für Prozessmanagement verwenden. Eine weitere Erkenntnis der Untersuchung war, dass alle der befragten Unternehmen über die Einführung des Prozessmanagements nachdenken, falls sie es noch nicht eingeführt haben. [15] Eine der Fragen war auch der Beitrag von Prozessveränderungen und die Antworten korrespondieren auch mit anderen Fragen. Den größten Beitrag sehen die Unternehmen im klaren Definieren der Kompetenzen (16 %), weitere Beiträge sind Veränderung der Arbeitsabläufe (11 %), Rollen definieren (9 %) und schmalere Organisationsstruktur (9 %). Die Untersuchung zeigt, dass sich die Unternehmen auch der Organisationskultur widmen, denn es liegt an den Menschen, wie die Einführung des Prozessmanagements angenommen wird. [15] Die Untersuchung wurde 2008 fortgesetzt und es wurden Managementprozesse in der öffentlichen Verwaltung untersucht. Der Stand des Prozessmanagements ergab eines der stärksten negativen Merkmale der öffentlichen Verwaltung in der Tschechischen Republik. Der größte Teil der Behörden (47 %) denkt überhaupt nicht über die Einführung des Prozessmanagements nach. Die Antworten auf die Frage über die verwendete Methodik ergaben interessante Informationen. Eine deutliche Mehrheit der Behörden (60 %) konnte die Frage gar nicht beantworten. Die Verteilung der weiteren Fragen zwischen ISO (20 %) und CAF (20 %) korrespondiert mit dem Verständnis des Prozessmanagements als ein Bestandteil des Qualitätsmanagements auch im Bereich der öffentlichen Verwaltung. [16]

## **2.4 Forschungen des Prozessmanagements in der Welt**

2007 wurde von IT Governance Institut eine Untersuchung des Unternehmens PricewaterhouseCoopers durchgeführt. An der Untersuchung haben 749 Respondenten teilgenommen und es wurden Unternehmen aus 23 Ländern eingeschlossen. Es wurde der Reifegrad nach CMM-Modell untersucht. In 85 % haben sich die Unternehmen auf Informationstechnologien orientiert, und in anderen Fällen waren es Prüfungsgesellschaften. Da es diese Untersuchung bereits 2003 und 2005 gab, konnte man Forschungsberichte aus den Vorjahren und die Trends der Veränderungen im Reifegrad der Unternehmen vergleichen. Eine Nullstufe von vorhandenen Prozessen wurde bei einem Prozent der Unternehmen festgestellt, was ein Rückgang von neun Prozent im Vergleich zu 2003 ist. Die erste Stufe der Reife gab es bei dreizehn Prozent der Unternehmen, was im Vergleich zu 2003 ein Rückgang von zehn Prozent ist. Die zweite Stufe erreichte dreißig Prozent der Unternehmen, was um sechs Prozent weniger gegenüber der ältesten Studie ist. Dagegen bei der dritten Stufe, die auch bei dreißig Prozent festgestellt wurde, handelt es sich im Vergleich zu 2003 um eine Steigerung von acht Prozent. Die vierte Stufe erreichte sechzehn Prozent der

Befragten (Steigerung um neun Prozent) und die fünfte Stufe erreichte acht Prozent (Steigerung um sechs Prozent). [17] Diese Ergebnisse zeigen ein wachsendes Interesse an der Steigerung des Reifegrades der Unternehmensprozesse bei Firmen im IT-Bereich. Bei schrittweiser Entwicklung lässt sich erwarten, dass Reifegradbewertung auch in Industrieunternehmen eingeführt wird, aber auch die Verschiebung auf höhere Stufen der Reife.



## 3 LEBENSZYKLUS VON BEARBEITUNGSMASCHINEN

Jedes Produkt hat seinen Lebenszyklus. Den kann man mit Hilfe vom Diagramm beschreiben, in dem alle seine Lebensphasen gezeigt werden. Im Falle von technischen Produkten handelt es sich dann um die Beschreibung aller Lebensphasen, einschließlich der ersten Idee, Entwurf, Konstruktionsverfahren, Herstellung, Lieferung an den Kunden, Verwendung und anschließende Entsorgung. Die Form und die Komplexität des Lebenszyklus eines künstlich erzeugten Produkts sind von seinen Eigenschaften, Komplexität und Lebensdauer usw. abhängig.

Der Lebenszyklus einer Bearbeitungsmaschine (BM) kann in drei oder fünf Phasen unterteilt werden siehe Abb. 3.1. Deren Reihenfolge ist gegeben, die Phasen können also nicht geändert werden. Unter der Voraussetzung, dass die Maschine keine Modernisierungsphase durchläuft, wird sie nach der Beendigung der Verwendung entsorgt. Im konkreten Fall von Bearbeitungsmaschinen ist es dann möglich, dass die Maschine im Laufe ihres Lebenszyklus ein sog. „Retrofit“ durchläuft, siehe 3.1.2.1. [18]

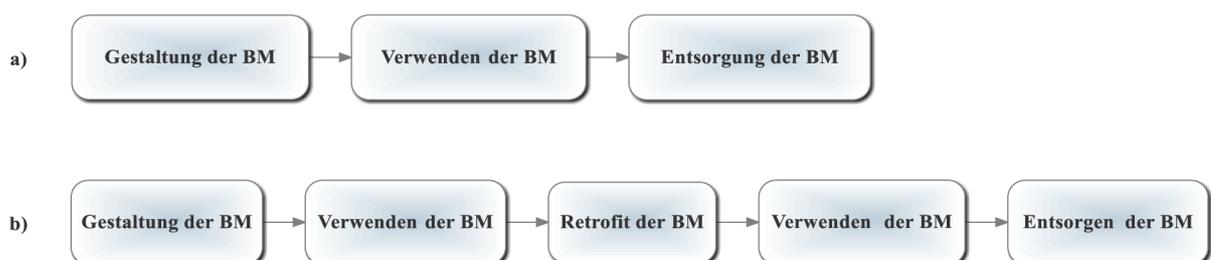


Abb. 3.1) a) Lebenszyklus von BM, b) Lebenszyklus von BM einschl. Retrofit [18]

### 3.1 Hauptphasen des Lebenszyklus der Bearbeitungsmaschine

#### 3.1.1 Erste Phase – Fertigung der Bearbeitungsmaschine

Die erste Phase ist die Fertigung der Bearbeitungsmaschine. Der Sinn dieser Phase ist es eine Maschine zu fertigen, die konkurrenzfähig ist und hohes Verkaufspotential hat. In Zusammenarbeit mit der Realisierungssphäre (Produktion, Montage und Lieferanten) diese Maschine produzieren und montieren, so dass diese nach der Inbetriebnahme alle erforderlichen Eigenschaften erfüllt – die idealsten in gegebener Situation nach Project management triangle, Abb. 3.2, das die Erfüllung einzelner Größen fordert, also die Produktqualität ist durch die Kosten und den Zeitrahmen gegeben. [19]

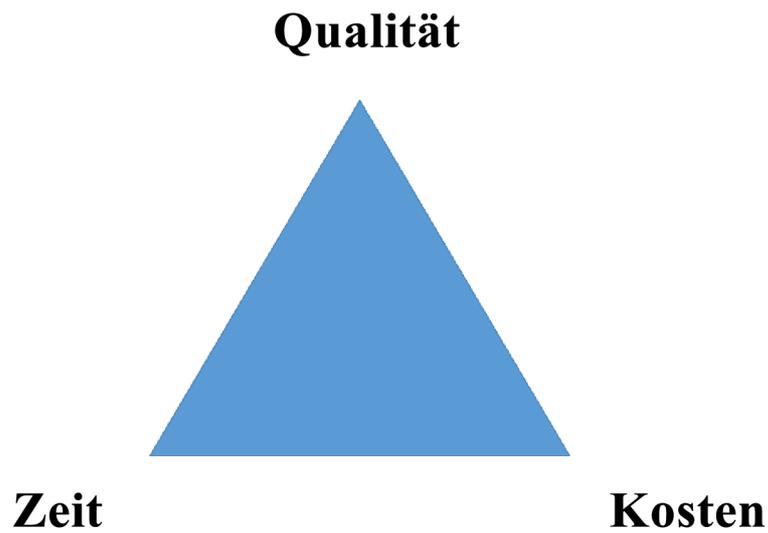


Abb. 3.2) Project management triangle [19]

Die Phase der Fertigung der BM kann in vier Phasen unterteilt werden (Planung, Entwicklung, Realisierung, Vertrieb), die sich einander anschließen, Abb. 3.3:

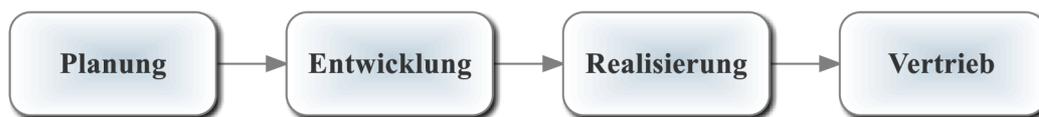


Abb. 3.3) Verlauf der Fertigungsphase der BM [18]

### 3.1.1.1 Planungsphase

In der Planungsphase werden:

1. Anforderungen an die Maschine festgesetzt (gesetzliche Anforderungen, Kundenanforderungen, Anforderungen der Unternehmensführung),
2. erfolgt die Planung des Projektes – erfolgreicher Realisierung.

Es handelt sich also insbesondere um den Verlauf des Projektes, Konstruktions-, Fertigungs- und Montagekapazität und es werden maximale Kosten verbunden mit der kompletten Entwicklung und Produktion der Bearbeitungsmaschine festgesetzt.

### 3.1.1.2 Entwicklungsphase

Das Ziel dieser Phase ist eine detaillierte Definition aller Funktionen der Maschine, Optimierung der inneren Struktur und anschließende Erstellung detaillierter Dokumentation, die zur Fertigung und Montage der Maschine dient. Diese Phase ist die wichtigste Phase des Lebenszyklus der BM, weil sie seine Ideen-Qualität bestimmt. Heute sind BM sehr komplizierte Einrichtungen. Daher ist die Entwicklung die schwierigste Phase in dem Lebenszyklus der BM.

Die Abb. 3.4 zeigt ein Diagramm für einen Optimierungsentwurf der Maschine. Bei der Optimierung muss man auf der ursprünglichen Maschine und Daten basieren, die uns zur Verfügung stehen. Es ist geeignet Daten von Benutzern zu verwenden. Auf der Grundlage dieser Daten kann man den Energieverbrauch durch die Modifizierung der Maschine reduzieren. Deshalb ist es erforderlich, dass die Kommunikation mit dem Kunden kontinuierlich verläuft, und dies von Anfang an bis zum Ende der Lebensdauer der Maschine. Auf der Grundlage der wertvollen Daten von Kunden kann man die Maschine in geeigneter Weise optimieren. [18]

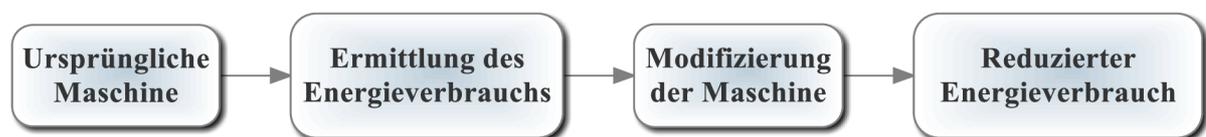


Abb. 3.4) Optimierungsentwurf der Maschine [20]

### 3.1.1.2.1 **Konstruktionsprozess** [21]

Konstruieren-Definition: „*Konstruieren ist ein Prozess, wo unter Systemansatz eine technisch-wirtschaftlich optimale Lösung einer technischen Einrichtung gefunden wird, um eigene oder Kundenbedürfnisse zu befriedigen. Zugleich wird dabei Prozessmanagement (Risiken des Konstruktionsprozesses, der Qualität und Innovation) und Einflüsse innerhalb und außerhalb dieses Prozesses, sowie auch Normen, CA Technologien, Kundenanforderungen, Zulieferung, Stand der Technik, Zeitpunkt der Lieferungen oder menschliche Faktoren berücksichtigt.*“ [21]

Die Konstruktionsabteilung ist der wichtigste Teil des Unternehmens, es handelt sich um eine Abteilung, die Konstruktionsprozesse gewährleistet. Um die höchste Qualität sicherzustellen, ist es erforderlich diesen Prozess richtig zu steuern und seinen Lauf zu organisieren. Zu den bedeutendsten Bereichen gehören der personelle Bereich, der Organisationsbereich des Konstruktionsprozesses und die Designer Arbeit.

Bei der Entwicklung von neuen Maschinen trifft die Konstruktionsabteilung auf verschiedene Probleme zu. Das technische Projekt muss konzeptionell so zusammengestellt werden, damit die Konstruktionselemente eine Umsetzung des Objektes durch solche Prozesse sicherstellen, damit die erforderliche Qualität, Sicherheit gewährleistet und die sozialen, wirtschaftlichen und ökologischen Anforderungen erfüllt werden.

Der wichtigste und schwierigste Teil sind konzeptionell strukturelle Probleme. Im Rahmen dieser Probleme ist das Konzept der Maschine und dem Konzept entsprechende Struktur des Objektes zu lösen, so dass es über die erforderlichen Eigenschaften verfügt und die erforderliche Funktion erfüllt. Eine weitere Gruppe bilden dann wirtschaftlich-umweltbezogene Probleme. Dabei werden finanzielle und ökologische Fragen gelöst. Konzeptionell-strukturelle Probleme müssen in Bezug auf wirtschaftlich-ökologische Probleme gelöst werden.

#### **Konstruktionsmethode Versuch-Irrtum**

Die einfachste Methode des Konstruierens, wo ohne große methodische Analysen die Lösung der gegebenen Problematik umgesetzt wird. Nach der Realisierung wird die angenommene Lösung die Aufgabe entweder erfüllen oder es wird die nächste Lösung gewählt und die Realisierung fortgesetzt. Diese Vorgehensweise kann jedoch für das Unternehmen zeitlich und finanziell kostspielig werden. Daraus ergibt sich, dass diese Art des Konstruierens bis auf Ausnahmen nicht die richtige ist.

#### **Methodisches Konstruieren**

Einen großen Beitrag in der Konstruktionsmethodik leistete Deutschland. Der Verein Deutscher Ingenieure (VDI) hat die Richtlinie VDI 2212 – Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte veröffentlicht. Die Richtlinie gibt Empfehlungen, wie der Ablauf des Konstruktionsprozesses und die einzelnen Schritte zu strukturieren sind. Um das betreffende Arbeitsergebnis zu erreichen, sind jeweils untergeordnete Arbeitsschritte erforderlich.

Die Qualität der Entwürfe Design for Quality (DfQ) ist ein Ansatz, wo die Stimme des Kunden auf zukünftige Produkthanforderungen übertragen wird. Zu verstehen, was der Kunde will, wird in die Matrizen der Methode übertragen. Matrizen gibt es zwei, für das neue Produkt und für das Produkt, das an die Kundenanforderungen angepasst wird.

Methode Quality Function Deployment (QFD) ist eine Methode für systematische Planung des Produkts und der Qualität. Die Methode basiert auf den Kundenanforderungen und leitet daraus Anforderungen in Form von Aufgaben ab.

### **Quality, Safety and Organizational Function Deployment Methode (QSOFD) [22]**

Diese Methode ist eine Teammethode. Diese Methode erweitert die klassische QFD Methode um den Sicherheit- und organisatorischen Aspekt.

Die Methode QSOFD zerteilt der Konstruktionsentwurf in diese Prozesse:

#### **1. Etappe:**

1. Die Bestimmung von Anforderungen des Bearbeitungszentrums (weiter BAZ)
2. Die Bestimmung der Funktionalen Struktur des BAZ
3. Die Bestimmung der Organstruktur des BAZ
4. Die Systemanalyse der Organstruktur des BAZ
5. Die Bewertung des Systementwurfs des BAZ aus Sicht des Kunden
6. Die Bewertung der Wichtigkeit der Funktional- und Organattributen
7. Die Bewertung der technischen Schwierigkeit von Anforderungen, die auf das BAZ gestellt sind
8. Die Bestimmung der Komplexbedeutung von Anforderungen, die auf das BAZ gestellt sind
9. Die Bestimmung von kritischen Anforderungen, die auf das BAZ gestellt sind
10. Die Bestimmung von kritischen funktionalen und organisatorischen Attributen

#### **2. Etappe:**

11. Die Bestimmung von Projektionsanforderungen an BAZ
12. Die Bestimmung der Grobbaustruktur des BAZ
13. Die Systemanalyse der Grobbaustruktur des BAZ
14. Die Bewertung des Projektionsentwurfs des BAZ aus Sicht von des Kunden
15. Die Bewertung der Wichtigkeit der Projektionsattributen des BAZ
16. Die Bewertung der technischen Schwierigkeit von Projektionsattributen
17. Die Bestimmung der Komplexbedeutung von Projektionsanforderungen
18. Die Bestimmung von kritischen Projektionsanforderungen, die auf das BAZ gestellt sind
19. Die Bestimmung von kritischen Projektionsattributen, die auf das BAZ gestellt sind

#### **3. Etappe:**

20. Die Bestimmung von Konstruktionsanforderungen, die auf das BAZ gestellt sind
21. Die Bestimmung der konkretisierten Baustruktur des BAZ
22. Die Systemanalyse der konkretisierten Baustruktur des BAZ
23. Der Netzgraf
24. Die Bewertung der Wichtigkeit von Konstruktionsattributen des BAZ

25. Die Bestimmung der kritischen Konstruktionsattributen des BAZ

#### **4. Etappe:**

26. Die Ausarbeitung der Zeichnungsdokumentation

**Der Konstruktionsentwurf ist nach der Methode QSOFD in 4 Teile eingeteilt.**

1. Systementwurf des BAZ
2. Projektionsentwurf des BAZ
3. Entwurf von einzelnen Knoten und Bestandteilen des BAZ
4. Ausarbeitung der Konstruktionsdokumentation des BAZ

**Benutzung dieser Methode hat viele Vorteilen, von den wichtigsten können wir nennen:**

- Die Methode ist auf der Grundlage von der Prozesssteuerung entworfen worden
- Die Methode unterstützt die Teamarbeit
- Die Methode ermöglicht die Erfahrungen besser zu benutzen
- Die Methode reflektiert nicht nur die Anforderungen des Kunden, sondern auch die legislativen Anforderungen und Anforderungen der eigenen Organisation

#### **3.1.1.2.2 Qualitätsmanagement ISO Normenreihe 9000 im Zusammenhang mit der Entwicklung der Bearbeitungsmaschine**

Weltweit kann man das steigende Interesse der Kunden auf die Qualität beobachten. Dieser Trend wird auch durch die Erkenntnis begleitet, dass die Verbesserung der Produktqualität und der Leistungen eine Voraussetzung ist, um günstige wirtschaftliche Ergebnisse zu erzielen. Die ISO Normenreihe 9000 wurde 1987 genehmigt. Es handelt sich um eine große Gruppe von Normen, die Anforderungen und Empfehlungen an QMS beschreiben.

ISO Normen haben einen universellen Charakter, d.h. sie sind weder von der Art der Prozesse noch von der Art der Produkte abhängig – sie werden sowohl in Fertigungsorganisationen als auch im Dienstleistungsbereich angewendet, unabhängig von deren Größe. Dies wirkt sich in der Praxis negativ aus, neu gegründete Organisationen wissen nicht, wie sie die Anforderungen dieser Normen in der Praxis anwenden sollen, weil die Formulierungen in diesen Normen zu allgemein sind.

ISO Normenreihe 9000 sind nicht verbindlich, sondern Empfehlungen. Eine Norm wird dann eine verbindliche Vorschrift, wenn sich der Auftragnehmer dem Auftraggeber vertraglich verpflichtet, dass er Qualitätsmanagement nach ISO 9001 anwendet. ISO Normen 9000 sind eine Reihe von Mindestanforderungen, die in Firmen implementiert werden sollten.

Das Unternehmen hat Qualitätsmanagementsystem nach EN ISO 9001:2008 eingeführt. Dies garantiert die Anwendung der Anforderungen der EN ISO 9001:2008 – grundlegende Ziele eines effektiven Qualitätsmanagements.

#### **ČSN EN ISO 9001:2016 – Qualitätsmanagementsystem – Anforderungen**

Diese Norm ist von entscheidender Bedeutung und enthält Elemente, die die Anforderungen und Empfehlungen für die Entwurf- und Entwicklungsplanung bestimmen. Meistens beachtet man diese Norm bei der Planung, Einführung und insbesondere dann bei der Überprüfung des Qualitätsmanagementsystems. Gerade deshalb wird diese Norm auch als

kriterielle Norm bezeichnet, das bedeutet, dass auch ihre Anforderungen die Organisation erfüllen muss, wenn sie ein erfolgreiches Funktionieren des QMS beweisen muss, d.h. dass sie langfristig ein Produkt bieten kann, das die Anforderungen des Kunden, der geltenden Vorschriften erfüllen kann, ggf. weiterhin die Kundenzufriedenheit zu erhöhen. [23]

Die Norm bestimmt Anforderungen und Empfehlungen für den Entwurf und Entwicklung von Produkten und Leistungen, diese sind im Kapitel 8.3 dieser Norm zu finden. [23]

### **3.1.1.3 Realisierungsphase**

In der Realisierungsphase wird die Maschine hergestellt. Zuerst werden alle Maschinenteile nach der Technischen Dokumentation gefertigt, normierte Komponente gekauft und anschließend erfolgt die Montage, Elektro-Anschluss, Anlauf und Kontrolle. [18]

### **3.1.1.4 Vertriebsphase**

Das Ziel dieser Phase ist der Transport der Maschine zum Kunden und Inbetriebnahme. Bei der Übergabe und Inbetriebnahme der Maschine erfolgt eine Prüfung der festgelegten Eigenschaften der Maschine, das können z.B. die Leistung, Genauigkeit, Funktionalität usw. sein. [18]

## **3.1.2 Zweite Etappe – Verwenden der Bearbeitungsmaschine [18]**

Im Laufe der zweiten Etappe wird die Maschine vom Kunden bereits verwendet. Es ist sehr wichtig den Kunden darauf aufmerksam zu machen, dass er die Maschine in Übereinstimmung mit den Herstellerempfehlungen verwendet. Derzeit gibt es oft Probleme, dass der Kunde diese Empfehlungen nicht respektiert, obwohl diese durch die Regulierungsbehörde festgelegt sind. Und bei den daraus resultierenden Problemen gibt es dann Konflikte Hersteller vs. Kunde.

Während die Maschine in Betrieb ist, ist es erforderlich auch Wartungsarbeiten durchzuführen. Es gibt zwei Wartungsarten:

#### 1. Geplante

Geplante Wartung sind sämtliche durch den Hersteller festgelegte Wartungsarbeiten

#### 2. Ungeplante

Ungeplante Wartung sind alle ungeplante Wartungsarbeiten, insbesondere Mängel, die durch die Fehler des Herstellers, des Kunden oder durch Verschleiß verursacht werden.

Alle Wartungsarbeiten ist sorgfältig zu dokumentieren und der Entwicklungsabteilung vorzulegen, die dann auf der Grundlage dieser Informationen einige Störungen verhindern können, zum Beispiel unter der Verwendung von Quality function deployment, QFD. [18]

### **3.1.2.1 Retrofit [18]**

Retrofit von Bearbeitungsmaschinen ist ein Prozess im Aufbaubereich von Bearbeitungsmaschinen. Dabei wird die Maschine modernisiert, um bessere technologische Parameter und Innovationen zu erreichen, oder die Maschine wird nachgerüstet, dabei wird sie demontiert, repariert, innoviert und wieder montiert. Retrofit erfolgt bei einer Bearbeitungsmaschine nach 20 Jahren.

Eine modernisierte Bearbeitungsmaschine wird als eine neue Maschine unter Berücksichtigung der Parameter und älterer Konzeption verwendet. Es werden jedoch nur wenige Maschinen modernisiert, dies erfolgt auf Kundenwunsch und insbesondere bei großen und mittelgroßen Maschinen.

Diese Methode des Nachrüstens könnte man theoretisch ständig wiederholen und die Maschine würde praktisch unbegrenzt dienen. Real wird die Maschine jedoch „moralisch veraltet“. Sie altert aufgrund technologischer Entwicklung, ohne ihre Funktionalität oder Qualität zu verlieren. Zu den Hauptgründen der moralischen Alterung gehören:

- technologische Entwicklung
- keine maschinenbezogene Leistungen mehr vorhanden
- Beendigung der Unterstützung vom Produkt-Service
- Einstellung der Produktion von komplementären Produkten
- Design und Trend Änderung

Zu den Grundsätzen von Retrofit gehören folgende Regeln: [18]

- zeitlose Konzeption der Maschine
- einfache Konstruktion
- Verwenden von modernen Materialien und aktuellen technischen Trends
- Anwendung von modernen Komponenten
- Verwendung von hochwertigen Schweiß- und Gussteilen

### **3.1.3 Dritte Etappe – Entsorgung**

Nach Ende der Lebensdauer der Bearbeitungsmaschine erfolgt die Entsorgung. Die Maschine wird zerlegt, nach Materialien sortiert und diese werden anschließend wiederverwertet. Maschinenteile, die nicht wiederverwertet werden können, dem entsprechend entsorgt. [18]

## 4 GESETZLICHE ANFORDERUNGEN AN MASCHINENSICHERHEIT

Im Rahmen der Europäischen Union verwendete Bearbeitungsmaschinen müssen allen EU-Rechtsvorschriften entsprechen. Sie müssen also vor der Inbetriebnahme allen EU-Rechtsvorschriften entsprechen, d.h. sie müssen alle Anforderungen des öffentlichen Interesses resultierend aus harmonisierten Rechtsvorschriften erfüllen. EU-Vorschriften sind so konzipiert, damit sie die höchstmögliche Sicherheit der Maschinen hinsichtlich der Erhaltung der Wirtschaftsentwicklung und der technologischen Möglichkeiten sichern. Diese Ziele werden so geplant, um alle drei Parteien zufriedenzustellen, also den Hersteller, den Kunden und die Regulierungsbehörde in Form der Europäischen Union. Zu diesem Zweck hat die EU harmonisierte Rechtsvorschriften veröffentlicht, die die Maschinensicherheit gewährleisten und gleichzeitig den Standardisierungsprozess in der gesamten EU vereinfachen sollen. [21]

### 4.1 Funktionalen Sicherheit und der Sicherheit gegen den Missbrauch

Sowohl die deutsche als auch die tschechische Sprache verfügen bei der Übersetzung dieses Wortes nicht über zwei Äquivalente, trotzdem geht es um zwei verschiedene Begriffe. Die Sicherheit teilt sich hier in zwei Teile, im Englischen wird es als safety und security übersetzt. Auf Tschechisch wird safety als die Funktionssicherheit und security als die Sicherheit gegen Missbrauch übersetzt, auf Deutsch dann als die Betriebssicherheit oder Funktionssicherheit und Angriffssicherheit. Unter safety verstehen wir also die Sicherheit im Sinne der Maschinen- und Anlagensicherheit, während security in einem sehr breiten Interpretierungsspektrum gesehen werden kann, z.B. als die Sicherheit gegen Missbrauch, IT-Sicherheit und der Schutz von Objekten, Anlagen. [22]

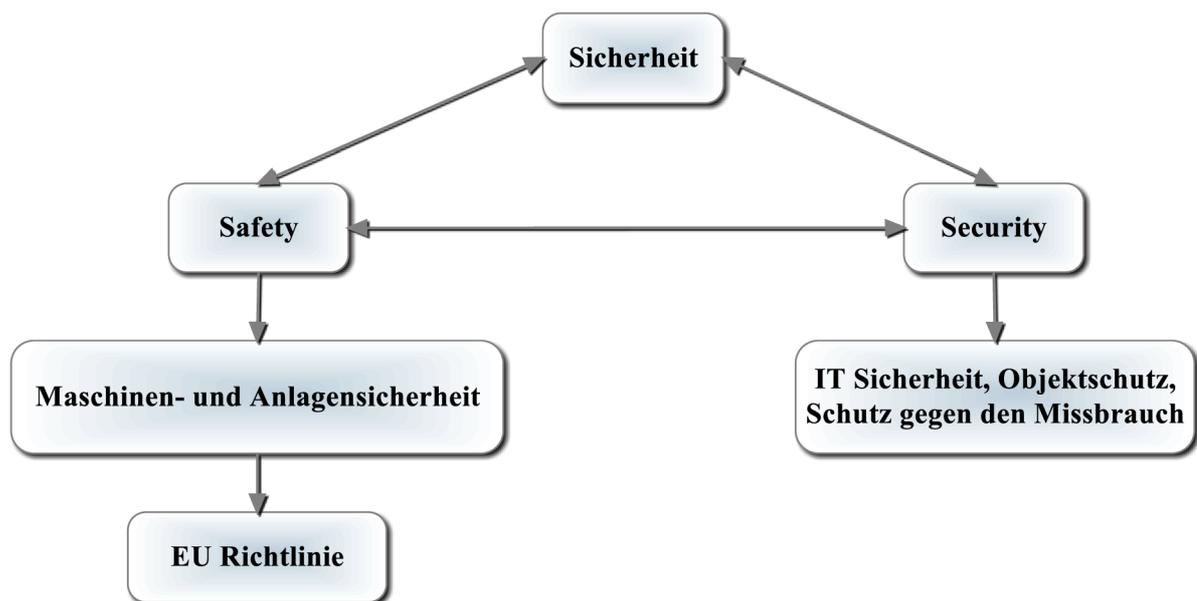


Abb. 4.1) Abgrenzung des Begriffs: Funktionalen Sicherheit (safety) und der Sicherheit gegen den Missbrauch (security) [22]

## 4.2 Harmonisierte EU-Rechtsvorschriften

Die Art, wie die EU entscheidet heißt „Mitbestimmung“. Direkt gewählte Abgeordnete aus allen Mitgliedstaaten entscheiden über die Annahme oder Ablehnung. Die verschiedenen Legislativvorschläge werden von einer dazu bestimmten Kommission vorbereitet. Die Kommission lässt auch sog. Beurteilung von Auswirkungen ausarbeiten, und versucht zu entdecken, welchen realen Effekt die gegebene Vorschrift haben wird. [21]

Die Aufgabe des Europäischen Parlaments und des Rates ist es die vorgeschlagene Rechtsvorschrift zu prüfen und gegebenenfalls Änderungen vorzulegen. Sollte sich die Stellungnahme des Europäischen Parlaments von der des Rates unterscheiden, erfolgt sog. „zweite Lesung“. Während dieser Phase werden weitere Änderungen vorgeschlagen, so dass die Rechtsvorschrift für alle interessierten Seiten akzeptabel wird. Sollte keine Übereinstimmung erfolgen, kann das Parlament die Vorschrift blockieren. [21]

Zu Beginn wurden die Rechtsnormen des Gemeinschaftsrechts sehr detailliert verarbeitet und konzentrierten sich auf sehr kleine Details der wesentlichen technischen Anforderungen. Dies hatte komplizierte und langandauernde Verhandlungen einzelner Rechtsvorschriften zu Folge. Aus diesem Grund wurde 1985 sog. „New Approach“ beschlossen, dessen Sinn die Harmonisierung der Rechtsvorschriften ist, die auf die Grundanforderungen begrenzt wurden. Die detaillierten technischen Spezifikationen hat man in die unverbindlichen harmonisierten technischen Normen verschoben. In der Praxis hat sich jedoch gezeigt, dass dies die Schaffung von Bedingungen für die zuverlässige Konformitätsbewertung der Produkteigenschaften erfordert, die den Rechtsvorschriften mit allen grundlegenden Anforderungen dieser Vorschriften unterliegen. Aus diesem Grund wurde 1989 sog. „Global Approach“, das sich mit Zertifizierung und Prüfung beschäftigt. Diese Konformitätsbewertung wurde dann in mehrere Module unterteilt, die sich voneinander unterscheiden – nach dem Entwicklungsstadium, Art der Bewertung und der bewertenden Person. Der Sinn dieses Verfahrens war die Sicherstellung einer flexiblen Konformitätsbewertung während des gesamten Hauptprozesses und die Anbindung an das Qualitätsmanagementsystem. [24]

### **EG und CE-Kennzeichnung Konformitätserklärung** [21], [25], [26], [27]

Jede Maschinenanlage, die auf den Markt und/oder in Betrieb innerhalb der EU eingeführt wird, muss mit der europäischen CE-Kennzeichnung versehen sein und eine Konformitätserklärung gemäß Anhang II Richtlinie 2006/42/EG besitzen.

Eine Konformitätserklärung ist eine schriftliche Bestätigung des Herstellers oder Lieferanten, dass das Produkt auf den Markt eingeführt werden darf und die technischen Anforderungen der geltenden Rechtsvorschriften der Tschechischen Republik erfüllt, und dass seine technischen Eigenschaften mit den in den Anhängen der Richtlinien enthaltenen Anforderungen übereinstimmen. Zugleich wird bestätigt, dass ein ordnungsgemäßes Verfahren bei der Erfüllung der Konformität eingehalten wurde.

CE-Kennzeichnung muss auf allen in der EU zu verkaufenden Produkten angebracht sein, jedoch nicht auf Produkten, auf die sich die Richtlinie des sog. neuen Konzepts bezieht. CE-Kennzeichnung ist kein Beweis für Qualität, sondern bestätigt, dass das Produkt alle Erfordernisse gegebener Richtlinien erfüllt. Die grafische Darstellung der CE-Kennzeichnung ist durch Norm gegeben und soll auf Produkten, Verpackungen, Benutzerhandbuch oder Garantieschein platziert werden. Die Kennzeichnung muss lesbar und unverwischbar sein und es ist verboten ähnliche Kennzeichnungen zu verwenden.

CE-Kennzeichnung auf Produkten ist die Erklärung einer verantwortlichen Person, dass:

- das Produkt alle entsprechende Vorschriften der Gemeinschaft erfüllt, und
- es wurde geeignete Konformitätsbewertungsverfahren durchgeführt.

### 4.3 Erfüllung der Ziele der Europäischer Union

Die gesetzten EU-Ziele erfüllt die Europäische Union durch folgende Vorschriften.

#### **Verordnung**

Verordnungen sind rechtlich verbindlich und gelten in der gesamten EU

#### **Richtlinie**

Richtlinien sind ein Rechtsakt zur Bestimmung von Zielen, die alle EU-Länder erfüllen müssen. Jedes Land kann jedoch frei entscheiden, wie es zu tun ist. Artikel 249 des EG-Vertrages sagt: „Die Richtlinie ist für jeden Mitgliedsstaat, an den sie gerichtet wird, hinsichtlich des zu erreichenden Ziel verbindlich, überlässt jedoch den innerstaatlichen Stellen die Wahl der Form und der Mittel.“ Die Richtlinie beinhaltet nur allgemein formulierte Anforderungen. Sie ist jedoch verbindlich für bestimmten Rechtsbereich und Mitgliedsstaaten, an die sie gerichtet wird. Es wird von der EU eine Richtlinie mit bestimmten Inhalt erlassen und dieser Inhalt wird dann innerhalb einer vorher bestimmten Frist durch eine Verordnung von den Mitgliedsstaaten nach ihrem nationalstaatlichen Recht umgesetzt.

#### **Beschluss**

Ein Beschluss kann an bestimmte Adressaten gerichtet werden (z.B. einzelnes Mitgliedsstaat oder konkrete Unternehmen)

#### **Empfehlung**

Empfehlungen sind nicht rechtsverbindlich, durch diese können EU-Institutionen Meinungen äußern und bestimmte Schritte und Richtungen für die Zukunft empfehlen, ohne dass eine rechtliche Verpflichtung entsteht.

#### **Stellungnahme**

Sind Rechtsakte, durch die sich die EU-Institutionen zu bestimmten Fragen unverbindlich äußern können, d.h. damit keine gesetzliche Verpflichtung für diejenigen entsteht, für die die Stellungnahme bestimmt ist. [21]

#### **Normen**

Die Art und Weise wie die Anforderungen der Richtlinien erfüllt werden, überlässt die Europäische Union dem Produkthersteller, nichtsdestotrotz bei Bedarf muss der Hersteller nachweisen, wie er diese Anforderungen erzielt hat. Ein Weg, um zu erreichen, dass das Produkt den EU-Richtlinien entspricht – ist die Konformitätserklärung und die CE-Kennzeichnung und vor allem die Einhaltung der festgelegten Anforderungen der harmonisierten Normen. Technische Normen dienen auch als einheitliche technische Sprache für eindeutige Kommunikation im nationalen und internationalen Umfeld (international verständliche technische Dokumentation) und auch zwischen verschiedenen Berufen (Projektant, Konstrukteur, Produktionsarbeiter, Prüfer, Servicetechniker usw.). [28]

EU-Normen basieren vor allem auf den deutschen DIN-Normen, englischen BS-Normen und französischen NF-Normen. Die europäische Normung wird im Rahmen von

Europäischen Komitees für Normung CEN (European Committee for Standardization) und CENELEC (European Committee for Electrotechnical Standardization) durchgeführt. Nach der Annahme und dem Gesetzgebungsverfahren werden Normen als EN bezeichnet. Anschließend wird diese Norm auf nationaler Ebene übernommen und ihre Bestimmung und Anforderungen treten in Kraft.

Europäischen technischen Normen werden in drei Gruppen unterteilt:

#### **Normen - Typ A**

Grundlegende Sicherheitsnormen, bestimmend allgemein geltende Begriffe, Grundsätze und Verfahren zur Planung, die für alle Maschinen verwendet werden können.

#### **Normen – Typ B**

Sog. Gruppen-Sicherheitsnormen. Diese Normen werden in zwei Gruppen unterteilt. Norm-Typ B1 – sie behandeln sicherheitsbezogene Gesichtspunkte der Maschine, Norm-Typ B2 – Sie behandeln Sicherheitskomponenten und Schutzeinrichtungen

#### **Normen - Typ C**

Sog. Produktnormen. Sie umfassen detaillierte Sicherheits- und Hygieneanforderungen an Maschinen oder für typähnliche Maschinengruppen.

Derzeit entstehen hauptsächlich Normen – Typ B und C. Es ist deshalb sehr wichtig zu beobachten, wie sich diese Normen entwickeln und in der gleichen Richtung auch bei der Herstellung der Maschinen zu gehen. [24]

### **4.4 Harmonisierte EU-Vorschriften für die Maschinensicherheit**

**Verordnung des Europäischen Parlamentes und des Rates Nr. 765/2008 vom 9. Juli 2008 über die Vorschriften für die Akkreditierung und Marktüberwachung im Zusammenhang mit der Vermarktung von Produkten, und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 339/93**

Verordnung des Europäischen Parlamentes und des Rates Nr. 765/2008 vom 9. Juli 2008 über die Vorschriften für die Akkreditierung und Marktüberwachung im Zusammenhang mit der Vermarktung von Produkten. Der Zweck dieser Regelung ist es die allgemeinen Interessen wie Gesundheit und Sicherheit zu schützen – Sicherheit am Arbeitsplatz, Verbrauchergesundheit, Verbraucherschutz, Umweltschutz. Diese Verordnung enthält Vorschriften für Organisationen und Durchführung der Akkreditierung von Konformitätsbewertungsstellen und stellt auch einen Rahmen für Kontrollen von Produkten aus Drittländern und allgemeine Grundsätze für die CE-Kennzeichnung fest. [21]

**Beschluss des Europäischen Parlaments und des Rates Nr. 768/2008/EG vom 9. Juli 2008 über einen gemeinsamen Rechtsrahmen für die Vermarktung von Produkten in der EU und zur Aufhebung des Beschlusses des Rates 93/465/EWG [29]**

Beschluss des Europäischen Parlaments und des Rates Nr. 768/2008/ES vom 9. Juli 2008 über einen gemeinsamen Rechtsrahmen für die Vermarktung von Produkten in der EU. Dieser Beschluss legt gemeinsame Grundsätze und Verfahren fest, die bei der Harmonisierung der Bedingungen für die Vermarktung von Produkten in der EU anzuwenden sind. Er enthält Musterbedingungen, die bei jeder Überarbeitung der

Produktrechtsvorschriften berücksichtigt werden müssen. Als solcher stellt der Beschluss eine Vorlage für zukünftige Rechtsvorschriften zur Produktharmonisierung dar.

Im Bereich des Schutzes der öffentlichen Interessen spezifiziert er weiterhin, dass die Rechtsvorschriften zur Produktharmonisierung nur die Grundsätze des Schutzes bestimmen und diese Anforderungen als Ergebnisse formulieren, die erreicht werden sollen.

### **Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates 2006/42/EG vom 17. Mai 2006 über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG [30]**

Die wichtigste Richtlinie in Bezug auf die Maschinensicherheit. Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates 2006/42/EG vom 17. Mai 2006 über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG.

Diese Richtlinie gilt für folgende Produkte:

- Maschinen
- Auswechselbare Ausrüstungen
- Sicherheitskomponente
- Hebezubehör
- Ketten, Seile, Gurte
- Abnehmbare mechanische Übertragungsvorrichtungen
- Unvollständige Maschinen

Diese Richtlinie gilt nicht für:

- Sicherheitskomponente, die als Ersatzteile für identische Komponente verwendet werden sollen, und vom Hersteller der Ursprungsmaschinen geliefert werden
- Spezielle Geräte, die für den Einsatz auf Messegelände oder Vergnügungspark bestimmt sind
- Maschinen speziell für militärische oder polizeiliche Zwecke konstruiert
- Maschinen, die speziell für Forschungszwecke zur vorübergehenden Verwendung in Laboratorien bestimmt sind

Ist eine Maschine im Anhang IV der Richtlinie 2006/42/EG nicht angeführt, kann der Hersteller die Konformität durch eine interne Fertigungskontrolle bewerten. – Also für jedes Konstruktionsmuster erstellt er eine technische Dokumentation und trifft alle erforderlichen Maßnahmen, um sicherzustellen, dass die hergestellte Maschine mit der technischen Dokumentation und den Anforderungen dieser Richtlinie übereinstimmt.

### **Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates 2014/35/EU vom 26. Februar 2014 zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedsstaaten über die Bereitstellung elektrischer Betriebsmittel zur Verwendung innerhalb bestimmter Spannungsgrenzen auf dem Markt**

Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 26. Februar 2014 zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedsstaaten über die Bereitstellung elektrischer Betriebsmittel zur Verwendung innerhalb bestimmter Spannungsgrenzen auf dem Markt. Diese Richtlinie gilt für elektrische Betriebsmittel zur Verwendung bei einer Nennspannung zwischen 50 und 1500 V für Wechselstrom und zwischen 75 und 1500 V für Gleichstrom mit Ausnahme der Betriebsmittel und Bereiche, die in Anhang II angeführt sind.

Die elektrischen Betriebsmittel müssen vor der Inbetriebnahme mit der CE-Kennzeichnung versehen werden. [31]

#### **Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates 2014/30/EU vom 26. Februar 2014 zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedsstaaten über die elektromagnetische Verträglichkeit**

Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 26. Februar 2014 zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedsstaaten über die elektromagnetische Verträglichkeit. Gegenstand dieser Richtlinie ist die elektromagnetische Verträglichkeit von Betriebsmitteln. Sie soll das Funktionieren des Binnenmarkts für Betriebsmittel dadurch gewährleisten, dass ein angemessenes Niveau der elektromagnetischen Verträglichkeit festgelegt wird. Wenn ein Betriebsmittel alle erforderlichen harmonisierten Normen erfüllt, gilt, dass die Übereinstimmung mit den grundlegenden Anforderungen in Anhang I dieser Richtlinie erfüllt ist. [32]

#### **Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates 2014/29/EU vom 16. September 2009 über einfache Druckbehälter**

Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 26. Februar 2014 gilt für serienmäßig hergestellte einfache Druckbehälter

Sie findet Anwendung auf serienmäßig hergestellte Druckbehälter außer Behälter, die speziell für eine Verwendung in der Kerntechnik vorgesehen; zur Ausstattung oder für den Antrieb von Wasserfahrzeugen oder Luftfahrzeugen; oder für Feuerlöscher bestimmt sind. [33]

#### **4.4.1 Normen für die Maschinensicherheit**

##### **ČSN EN ISO 12100:2011 – Maschinensicherheit – Allgemeine Gestaltungsgrundsätze – Risikobeurteilung und Risikominderung**

Diese internationale Norm spezifiziert die grundsätzliche Terminologie und Methodologie, um Konstrukteure dabei zu unterstützen sichere Maschinen herzustellen. Die Grundsätze beruhen auf Kenntnissen und Erfahrungen aus der Konstruktion, Verwendung, Unfälle, Verletzungen und Risiken der Maschinen. Es werden Verfahren zur Identifizierung von Gefahren und zur Risikoabschätzung und Bewertung in relevanten Phasen des Lebenszyklus der Maschinen beschrieben, sowie zur Risikominderung oder Maßnahmen zur Risikominderung. Es gibt Hinweise auf eine Dokumentation und Überprüfung des Prozesses für die Risikobewertung und Risikominderung. Diese Norm soll als Grundlage bei der Erstellung der Sicherheitsnormen Typ A und B dienen. Die Norm beschäftigt sich nicht mit dem Risiko und/oder Schäden betreffend Haustiere, Eigentum oder Umwelt. Im Anhang B gibt es Tabellen mit Gefahren, Gefahrensituationen und Gefahrenereignissen, so dass diese Begriffe dem Konstrukteur im Prozess der Gefahrenerkennung unterstützt. [34]

##### **ČSN EN 60204-1:2007 ed. 2 – Maschinensicherheit – Elektrische Ausrüstung von Maschinen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen**

*„Die Norm gilt für elektrische, elektronische und programmierbare elektronische Ausrüstungen und Systeme für Maschinen, die während des Arbeitens nicht von Hand getragen werden, einschließlich einer Gruppe von Maschinen, die aufeinander abgestimmt sind. Dieser Teil ČSN EN 60204 gilt für elektrische Ausrüstungen oder Teile elektrischer Ausrüstungen, die mit einer Nennspannung nicht höher als 1 000 V bei Wechselstrom (AC)*

arbeiten und 1 500 V bei Gleichstrom (DC) und Versorgungsnennfrequenzen nicht höher als 200 Hz.“ [35]

### **ČSN EN ISO 13849-1:2017 – Maschinensicherheit – Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen – Teil 1: Gemeine Gestaltungsleitsätze [36]**

ČSN EN ISO 13849-1 ist Norm – Typ B1. Die Norm enthält einen Leitfaden für die Gestaltung und Beurteilung von Steuerungen sowie für Technisches Komitees, die Typ B2 und C Normen bearbeiten.

*„Die Norm enthält Sicherheitsanforderungen und Leitfaden für die Gestaltung und Integration sicherheitsbezogener Teile von Steuerungen (SRP/CS), einschließlich Software-Entwurf. Für diese Teile SRP/CS spezifiziert die Norm Eigenschaften, die zur Ausführung der Sicherheitsfunktion erforderlich sind. Die Norm gilt für sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen (SRP/CS) ohne Rücksicht auf die Art der verwendeten Technologie und Energie (elektrisch, hydraulisch, pneumatisch, mechanisch usw.) für alle Arten von Maschinen. Die Norm spezifiziert Sicherheitsfunktionen oder Eigenschaften, die in einzelnen Fällen verwendet werden sollen. Dieser Teil ISO 13849 enthält spezifische Anforderungen an sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen (SRP/CS), die programmierbare elektronische Systeme (System) verwenden.“*

### **ČSN EN ISO 13849-2:2013 Maschinensicherheit – Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen – Teil 2: Validierung.**

Norm Typ B. *„Die Norm spezifiziert Verfahren und Bedingungen, die für die Validierung mit Hilfe von Tests und Prüfungen eingehalten werden sollen: - festgelegte Sicherheitsfunktionen, - erreichte Kategorien – erreichtes Niveau der Eigenschaften der sicherheitsbezogenen Teilen von Steuerungen (SRP/CS) gemäß ISO 13849-1.“* [37]

### **ČSN EN 12417+A2:2009 – Sicherheit von Werkzeugmaschinen – Bearbeitungszentren**

Die wichtigste Norm für die Sicherheitsbewertung in Bezug auf das Produktportfolio des Unternehmens ist die Norm ČSN EN 12417+A2:2009, Typ C.

*„Diese Norm spezifiziert technische Sicherheitsanforderungen und Schutzmaßnahmen, die von Personen genutzt werden sollen, die sich mit der Konstruktion, Produktion und Lieferung (einschließlich Installation, Demontage, Transportvorbereitung und Wartung) von Bearbeitungszentren beschäftigen (siehe 3.1). Diese Norm zieht auch in Erwägung die voraussichtliche Verwendung einschließlich vorhersehbarer Fehlanwendung, Wartung, Reinigung und Einstellung. Sie setzt den Zugang von allen Seiten voraus. Sie beschreibt Mittel zur Risikominderung für die Bedienung und andere Personen. Diese Norm betrifft auch Vorrichtungen für Werkstücke, die ein integraler Bestandteil der Maschine sind. Diese Norm beschäftigt sich mit wichtigen Gefahren an Bearbeitungszentren, falls diese nach Herstellerempfehlungen verwendet werden (siehe Kapitel 4). Risiken aus anderen metallverarbeitenden Prozessen (zum Beispiel schleifen, fräsen, formen, elektrische Entladungsbearbeitung, Laserstrahlbearbeitung) sind der Gegenstand von anderen Normen. (siehe Literaturverzeichnis). Diese Norm gilt für Maschinen, die nach dem Datum ihrer Veröffentlichung hergestellt werden.“* [38]

#### **4.4.1.1 Liste der bedeutenden Gefahren**

Kapitel 4 beschreibt bedeutende Gefahren und deren wichtigste Quellen bei Bearbeitungszentren. Die Liste ist das Ergebnis der Gefahrenidentifizierung und

Risikobewertung gemäß der heute ungültigen Norm EN 1050 für Bearbeitungszentren, ersetzt durch ČSN EN ISO 12100:2011. In der Norm werden Risiken identifiziert sowohl für die Bedienung als auch für andere Personen, die Zugang haben können. Es werden auch alle Gefahren zusammengefasst, die während der Lebensdauer der Bearbeitungszentren unter verschiedenen Bedingungen auftauchen können.

#### **4.4.1.2 Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen**

Kapitel 5 umfasst allgemeine Anforderungen an Bearbeitungszentren, Abb. 4.2, die sie zu erfüllen haben. Diese Anforderungen sind entweder Sicherheits- oder Schutzmaßnahmen. Bearbeitungszentren müssen auch in Übereinstimmung mit der Norm ČSN EN ISO 12100:2011 konstruiert werden.

##### **ČSN EN ISO 23125:2015 – Werkzeugmaschinen – Sicherheit – Drehmaschinen**

Norm Typ C. Diese Norm enthält sicherheitstechnische Anforderungen an Drehmaschinen. [39]

## 5 LEGISLATIVE ANFORDERUNGEN AN ÖKODESIGN VON MASCHINEN

Definieren kann man Ökodesign, aus dem englischen „design for economy and environment,“ als einen systematischen Prozess von Entwerfen und Produktentwicklung, der neben den klassischen Eigenschaften wie Funktionalität, Wirtschaftlichkeit, Sicherheit usw. einen großen Wert auf die minimale negative Auswirkung des Produkts auf die Umwelt legt, und dies aus der Sicht seines gesamten Lebenszyklus. Das Ziel ist also die Bewertung der Energieeffizienz im Betrieb, Optimierung des Energieverbrauchs.

Bearbeitungsmaschinen gehören in die Kategorie von Maschinen mit hohem Energieverbrauch. Das ist der Grund, weshalb Ökodesign zu den Prioritäten der Entwicklung gehören sollte. Neben anderem auch wegen der ständig wachsenden Energiekosten, aber auch wegen der Annahme von einer ganzen Reihe von Rechtsvorschriften. Diese Rechtsvorschriften haben in EU-Rahmen das Ziel die Treibhausgaskonzentrationen auf ein ungefährliches Niveau für die menschliche Gesundheit zu reduzieren und deren Folgen zu reduzieren und nachhaltige Entwicklung aufrechtzuerhalten. Darüber hinaus gibt es hier einen Aspekt der Ethik, jeder Mensch sollte die Verantwortung dafür übernehmen, wie unser Planet in Zukunft aussehen wird und somit für die kleinsten klimatischen Veränderungen sorgen, die mit der Anwendung von Ökodesign eng verbunden sind. [21]

### 5.1 Energiepolitik der Europäischen Union

#### Kyoto-Protokoll

Dieses Protokoll von 1997 ist nach dem Veranstaltungsort Kyoto in Japan benannt. Dieses Abkommen wurde vereinbart, um den Ausstoß von Treibhausgasen zu reduzieren. Es wurden einzelnen Staaten verbindliche Zielwerte zugeteilt, die akzeptiert werden müssen und Grundregeln für den Emissionshandel festgelegt. Die Emissionsbeschränkung haben entwickelte Länder und Länder des Ostblocks angenommen, die es wegen der Verantwortung für den gegenwärtigen Stand der Treibhausgasemissionen gemacht haben. Diese Länder, die in Anhang I angeführt sind, sind verpflichtet die die Treibhausgase zu reduzieren, konkret Kohlendioxid CO<sub>2</sub>, Methan CH<sub>4</sub>, Distickstoffmonoxid N<sub>2</sub>O, Freone CFC, Ozon O<sub>3</sub>, fluorierte Kohlenwasserstoffe HFCs, perfluorierte Kohlenwasserstoffe PFCs und Schwefelhexafluorid SF<sub>6</sub> um 5,2 %. [21], [40]

#### Ökologische Säule der Lissabon-Strategie

Das in Lissabon neu gesetzte strategische Ziel orientierte sich auf die Verknüpfung wirtschaftlicher und sozialer Probleme. Der Europäische Rat ist in ihrer Sitzung in Stockholm (März 2011) und insbesondere in Göteborg (Juni 2001) zum Schluss gekommen, dass die neue Strategie noch um Umweltdimension, nachhaltige Entwicklungsstrategie ergänzt werden muss. Wirtschaftliche, soziale und ökologische Folgen aller Politikbereiche müssen jedoch in gegenseitiger Beziehung untersucht werden, und dies muss bei den Entscheidungen berücksichtigt werden. Ohne die Umweltdimension wäre die Lissabon-Strategie nicht vollständig.

Die Nachhaltigkeitsstrategie wurde in Göteborg auch definiert und ihre Schwerpunkte formuliert. Nachhaltige Entwicklung, d.h. die Erfüllung der Bedürfnisse der derzeitigen Generation, ohne dadurch die Erfüllung der Bedürfnisse künftiger Generationen zu

beeinträchtigen. Gelingt es nicht, Tendenzen umzukehren, die die künftige Lebensqualität bedrohen, so werden die Kosten für die Gesellschaft drastisch ansteigen oder diese Tendenzen werden unumkehrbar. Die vorgelegte Strategie zielt darauf ab, diese negativen Tendenzen umzukehren oder zumindest zu stoppen.

Der Europäische Rat in Göteborg hat in der Strategie den ersten Schritt gemacht, indem sie die vier Schwerpunkte der nachhaltigen Entwicklung festgelegt und diese durch Hauptaufgaben ergänzt haben. Dies sind: Klimaänderungen, Verkehr, öffentliche Gesundheit und natürliche Ressourcen. [41]

### **Grünbuch über Energieeffizienz oder weniger kann mehr sein**

Als Reaktion auf die Verabschiedung der Lissabon-Strategie und im Anschluss auf früher verabschiedete Grünbücher wurde am 22. Juni 2005 das Grünbuch über Energieeffizienz oder weniger kann mehr sein veröffentlicht. Dieses Buch konzentriert sich vor allem auf das Thema der Einsparungen (gemeint ist Energiesparen, das Ziel ist 20% Einsparungen beim Energieverbrauch). [21]

### **Aktionsplan für Energieeffizienz**

Mitteilung der Kommission vom 19. Oktober 2006. Die Kommission hat einen Aktionsplan verabschiedet, dessen Ziel die Energiesenkung des Energieverbrauchs um 20% bis zum Jahr 2020 ist. Der Aktionsplan umfasst Maßnahmen, mit denen die Effizienz von Produkten, Gebäuden und Dienstleistungen verbessert, und der Wirkungsgrad der Energieerzeugung und –Verteilung erhöht werden so; ferner sollen die Auswirkungen des Verkehrs auf den Energieverbrauch vermindert und die Finanzierung und Durchführung von Investitionen in diesem Bereich verbessert werden und es sollen Impulse für vernünftiges Verhalten im Bereich des Energieverbrauchs gegeben und gefördert und internationale Energieeffizienzmaßnahmen intensiviert werden. [21]

### **Energieeffizienzplan 2011**

Energieeffizienzplan 2011 beschreibt geplante Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz und erwartete oder erreichte Energieeinsparungen, einschließlich Einsparungen bei der Lieferung, Übertragung oder Transport von Energie. [42]

### **Grünbuch – Ein Rahmen für die Klima- und Energiepolitik bis 2030**

Ein Konsultationsdokument, durch das die Kommission in der EU eine öffentliche Debatte über die wichtigsten Aspekte der weiteren Entwicklung nach dem Jahr 2020 und über die konkreten Schritte und Ziele bis 2030 eröffnet. Das Dokument baut auf früheren Diskussionen über die langfristige Strategie der Europäischen Union zu kohlenstoffarmen Wirtschaft bis 2050, auf EU-Strategie für Verkehr, Mitteilung über Energiebinnenmarkt vom November 2011 und Mitteilung über die Strategie für Entwicklung von erneuerbaren Energiequellen vom Juni 2012. [43]

### **Klimakonferenz in Paris 2015 [44], [45]**

In Paris wurde im Laufe des Dezembers 2015 bei der Tagung der Konferenz von Vertragsstaaten COP21 (21st Conference of the Parties) eine neue globale Vereinbarung auf dem Bereich des Klimats verabschiedet, welche alle UNFCCC-Länder betrifft. Die Vereinbarung verpflichtet zur Begrenzung von Treibhausgasemissionen auf ein solches Niveau, welches den Anstieg globaler Temperatur unter 2 °C halten würde (künftig unter 1,5 °C)

Auf der Konferenz wurden ferner folgende Punkte verabschiedet:

- die Vertragsländer legten ausführliche nationale Pläne im Klimabereich vor, welche auf die Senkung ihrer Emissionen orientiert werden,
- die Regierungen der Vertragsländer vereinbarten, dass sich sich jede 5 Jahre über die Erreichung ihrer Ziele zum Zweck der Festlegung von neuen Zielen einander informieren werden,
- die Vertragsländer stimmten überein, gegenseitig sowie für die Öffentlichkeit Informationen über die Erfüllung von festgelegten Zielen zu gewähren,
- die Vertragsländer stimmten überein, auch weiterhin Finanzmittel den Entwicklungsländern zu leisten, um diesen zur Erfüllung ihrer Ziele zu helfen.

Diese Vereinbarung sollte im Jahr 2020 das Kyoto-Protokoll ersetzen.

### **Klimakonferenz in Marrakech 2016 [46]**

In der in Marrakesch ausgegebenen Verlautbarung, welche als ein politisches Dokument angesehen wird, welches Ansichten der Teilnehmerstaaten deklariert, bestätigten die Umweltminister die Vornahme ihrer Länder gegen Klimaänderungen zu kämpfen. Die Konferenz von Marrakesch begleiteten Befürchtungen davor, ob der Präsident Donald Trump das Abtreten Vereinigter Staaten von Pariser Übereinkunft nicht bekannt gibt, welche in die Gültigkeit Anfang November trat. Die Teilnehmerstaaten vereinbarten auch den Zeitplan und weitere Details der Erfüllung Pariser Klimaabkommens.

## **5.2 EU-Richtlinien für Ökodesign**

### **RICHTLINIE 2011/65/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 8. Juni 2011 zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten [48]**

Diese Richtlinie legt Bestimmungen für die Beschränkung der Verwendung von gefährlichen Stoffen in Elektro- und Elektronikgeräten fest, um einen Beitrag zum Schutz der menschlichen Gesundheit und der Umwelt einschließlich der umweltgerechten Verwertung und Beseitigung von Elektro- und Elektronik-Altgeräten zu leisten.

### **Richtlinie 2012/19/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 4. Juli 2012 über Elektro- und Elektronik-Altgeräte [49]**

Mit dieser Richtlinie werden Maßnahmen zum Schutz der Umwelt und der menschlichen Gesundheit festgelegt, mit denen in Übereinstimmung mit den Artikeln 1 und 4 der Richtlinie 2008/98/EG die schädlichen Auswirkungen der Entstehung und Bewirtschaftung von Elektro- und Elektronik-Altgeräten vermieden oder verringert, die Gesamtauswirkungen der Ressourcennutzung reduziert und die Effizienz der Ressourcennutzung verbessert werden sollen, wodurch zur nachhaltigen Entwicklung beigetragen wird.

**Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates 2006/121/EG vom 18. Dezember 2006, zur Änderung der Richtlinie 67/548/EWG des Rates zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften für die Einstufung, Verpackung und Kennzeichnung gefährlicher Stoffe im Hinblick auf ihre Anpassung an die Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH) und zur Schaffung eines Europäischen Amtes für chemische Stoffe [50]**

Das Ziel dieser Richtlinie ist es, die Liste gefährlicher chemischer Stoffe mit deren detaillierter Beschreibung zu aktualisieren. Ein weiteres Ziel ist die Bewertung der Auswirkungen von toxischen Substanzen auf den Menschen. Im Inhalt dieser Richtlinie sind Maßnahmen zur Einführung dieser Stoffe auf den Markt. Die Produkte müssen speziell gekennzeichnet werden.

Die Gültigkeit dieser Richtlinie ist ab 1. Juni 2008.

**Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates 2009/125/EG vom 21. Oktober 2009 zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte [21], [51]**

Richtlinie vom 21. Oktober 2009 für die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte. Diese Richtlinie ersetzt die Richtlinie 2005/32/EG. Das Ziel ist es die Richtlinie 2008/28/EG einzugliedern und ihren Geltungsbereich zu erweitern, um die Anforderungen der Gemeinschaft an die umweltgerechte Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte festlegen zu können (also auch CNC Maschinen).

„Energieverbrauchsrelevantes Produkt“ („Produkt“) ist ein Gegenstand, dessen Nutzung den Verbrauch von Energie in irgendeiner Weise beeinflusst und der in Verkehr gebracht und/oder in Betrieb genommen wird, einschließlich Teilen, die zum Einbau in ein unter diese Richtlinie fallendes energieverbrauchsrelevantes Produkt bestimmt sind, als Einzelteile für Endnutzer in Verkehr gebracht und/oder in Betrieb genommen werden und getrennt auf ihre Umweltverträglichkeit geprüft werden können.

Die Mitgliedstaaten ergreifen die erforderlichen Maßnahmen, um sicherzustellen, dass Produkte nur in Verkehr gebracht und/oder in Betrieb genommen werden, wenn sie den für sie geltenden Durchführungsmaßnahmen entsprechen und die CE-Kennzeichnung gemäß Artikel 5 tragen.

**Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates 2010/30/EU vom 19. Mai 2010 über die Angabe des Verbrauchs an Energie und anderen Ressourcen durch energieverbrauchsrelevante Produkte mittels einheitlicher Etiketten und Produktinformationen [52]**

Diese Richtlinie vom 19. Mai 2010 schafft einen Rahmen für die Harmonisierung der einzelstaatlichen Maßnahmen hinsichtlich der Information der Endverbraucher — insbesondere mittels einheitlicher Etiketten und Produktinformationen — über den Energieverbrauch und gegebenenfalls den Verbrauch an anderen wichtigen Ressourcen während des Gebrauchs sowie zusätzlichen Angaben über energieverbrauchsrelevante Produkte, damit die Endverbraucher effizientere Produkte wählen können.

Diese Richtlinie gilt für energieverbrauchsrelevante Produkte, die während des Gebrauchs wesentliche unmittelbare und mittelbare Auswirkungen auf den Verbrauch an Energie und gegebenenfalls anderen wichtigen Ressourcen haben.

Diese Richtlinie gilt nicht für:

- Produkte aus zweiter Hand;
- Verkehrsmittel zur Personen- oder Güterbeförderung;
- das Leistungsschild oder ein gleichwertiges Etikett, das aus Sicherheitsgründen an Produkten angebracht wird.

### **Richtlinie 2012/27/EU zur Energieeffizienz, zur Änderung der Richtlinien 2009/125/EG und 2010/30/EU und zur Aufhebung der Richtlinien 2004/8/EG und 2006/32/EG**

Mit dieser Richtlinie vom 25. Oktober 2012 wird ein gemeinsamer Rahmen für Maßnahmen zur Förderung von Energieeffizienz in der Union geschaffen, um sicherzustellen, dass das übergeordnete Energieeffizienzziel der Union von 20 % bis 2020 erreicht wird, und um weitere Energieeffizienzverbesserungen für die Zeit danach vorzubereiten. In dieser Richtlinie werden Regeln festgelegt, mit denen Hemmnisse im Energiemarkt und Marktversagen, die der Effizienz bei der Energieversorgung und -nutzung entgegenstehen, beseitigt werden sollen; ferner ist die Festlegung indikativer nationaler Energieeffizienzziele bis 2020 vorgesehen. [53]

## **5.3 Ökodesign Verordnungen**

### **VERORDNUNG (EG) Nr. 66/2010 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 25. November 2009 über das EU-Umweltzeichen [54]**

Diese Verordnung enthält Vorschriften für die Erstellung und die Anwendung der freiwilligen Regelung für das EU-Umweltzeichen.

Diese Verordnung gilt für alle Erzeugnisse und Dienstleistungen, die auf dem Markt der Gemeinschaft gegen Entgelt oder kostenlos zur Verteilung, zum Verbrauch oder zur Verwendung angeboten werden (nachstehend „Produkte“ genannt).

Diese Verordnung gilt weder für Humanarzneimittel im Sinn der Definition in der Richtlinie 2001/83/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 6. November 2001 zur Schaffung eines Gemeinschaftskodexes für Humanarzneimittel noch für Tierarzneimittel im Sinn der Definition in der Richtlinie 2001/82/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 6. November 2001 zur Schaffung eines Gemeinschaftskodexes für Tierarzneimittel (9) noch für Medizinprodukte oder medizinische Geräte jedweder Art.

## **5.4 Erhöhung der energetischen Wirksamkeit bei den Produktionsmaschinen**

### **Iniciativa Blue Competence [44], [55]**

Die Initiative Blue Competence, welche in Jahr 2009 gegründet wurde, ist ein Projekt des Vereins Deutscher Werkzeugmaschinenfabriken (VDW). Das Ziel dieser Initiative ist es, ein zuständiges Leitungszentrum für ökologische Produkte, Herstellung und innovative environmentale Technologien werden. Diese Initiative ist freiwillig und der Teilnahme von Herstellern der Maschinenanlagen aus ganz Europa offen. Zur Mitgliedschaft sind dann Bedingungen der Initiative zu erfüllen, siehe wie folgt. Das Ziel dieser Initiative ist vor

Politikern und der Öffentlichkeit die Lösungen der Maschinen- und Anlagenherstellung mit Rücksicht auf die nachhaltig haltbare Zukunft zu präsentieren. Die Mitglieder dieser Initiative verpflichten sich langfristig zur Optimalisierung des Energie- und Naturquellenverbrauchs für die Sicherung eines qualitativollen und ökologischeren Funktionierens in allen Aspekten, in denen der Mitglieder dieser Initiative einen Einfluss hat. Die Gebiete und Ziele der Aufgaben für das nachhaltig haltbare Wirtschaften sind wie folgt:

- Energieeffizienz: mit weniger mehr erreichen.
- Energiequellen und -nutzung: bestehende Energieträger effizienternutzen. Neue, alternative Energien entwickeln und implementieren.
- Ressourcennutzung optimieren: den Rohstoffeinsatz optimieren und neue sowie alternative Rohstoffe entwickeln.
- Emissionen: die Menge der Emissionen reduzieren oder ganz vermeiden.
- Mobilität: Lösungen für die Zeit nach dem Automobil in seiner heutigen Form
- Recyclingmanagement: Abfälle vermeiden, reduzieren und sinnvoll wiederverwenden.
- Lebenszyklus-Kosten senken: von der Rohstoff- und Energiegewinnung über Produktion, Betrieb und Recycling bis zu den Gesamtfolgen aus dem Handeln aller Beteiligten.

Anforderungen für eine Mitgliedschaft in der Initiative Blue Competence:

- Nachhaltigen Produkten und Produktionsverfahren
- Vereinbarung von betriebswirtschaftlichem Erfolg
- Verantwortung für Mitarbeiter und Umwelt
- Blue Competence Kodex einzuhalten
- Blue Competence Nachhaltigkeitskriterien einzuhalten
- Erfolgsgeschichte zu Initiative Erzählen

#### **ČSN EN ISO 14006:2011 – Umweltmanagementsysteme – Leitlinien zur Berücksichtigung umweltverträglicher Produktgestaltung [56]**

Diese Norm bietet eine organisatorische Anleitung für die Gründung, Dokumentieren, Einführung und eine ständige Verbesserung des Ökodesign-Managements als eines Teils des Systems environmentalen Managements (EMS). Sie ist zur Benutzung von den Organisationen bestimmt, welche das EMS in der Übereinstimmung mit SO 14001 eingeführt haben, doch sie kann auch helfen, das Ökodesign in andere Managementsysteme einzugliedern.

#### **ČSN ISO 14955-1:2016 – Werkzeugmaschinen – Umweltorientierte Bewertung von Werkzeugmaschinen [57]**

Das Ziel dieser Norm ist es, den gesamten Vorgang der environmentalen Maschinenbewertung zu bedecken, begonnen mit der Methodik der Messung, getrennter Bewertung, bis zur Festlegung eines Beschlusses. Diese Bewertung kommt aus der Maschineneinteilung in einzelne Funktionselemente, welche deren Energieverbrauch entsprechen, mit dem Ziel, die gegenseitige Vergleichbarkeit der Maschinen verschiedener Konstruktionen zu sichern. Im Plan steht es auch, dass die Übereinstimmung mit den Anforderungen dieser Norm ein Bestandteil für CE ist.

## 6 ANALYSE DER HAUPTPROZESSE DES UNTERNEHMENS MIT SCHWERPUNKT AUF MASCHINENSICHERHEIT UND ÖKODESIGN UND VERBESSERUNGSVORSCHLÄGE

Dieser Teil der Diplomarbeit befasst sich mit den Hauptprozessen des Unternehmens, deren komplexen Analyse und Verbesserungsvorschlägen. Das Ziel dieses Kapitels ist es die Hauptprozesse zu beschreiben, zu analysieren und Verbesserungen mit einem Schwerpunkt auf legislative Anforderungen an Sicherheit und Ökodesign vorzuschlagen.

### 6.1 Prozesslandkarte und Geschäftsprozess

Prozessverläufe im Unternehmen werden mit Hilfe von Prozesslandkarten dokumentiert. Prozesslandkarte dient zur Identifizierung und zu kontinuierlicher Verbesserung der für die Qualitätssysteme erforderlichen Prozesse. Prozesslandkarte bestimmt die Reihenfolge und Wechselwirkungen zwischen den Qualitätssystemprozessen, Kriterien und Methoden, damit sie effektiv funktionieren, stellt Informationen zur Unterstützung des Betriebs, der Überwachung, die Messung und Analysen dieser Prozesse sicher. Mit Prozesslandkarte werden Prozesse der Organisation mithilfe von sog. Prozessmodell beschrieben und dargestellt. Prozesslandkarten sind eine graphische Übersicht von Organisationsabläufen, und eine detaillierte Darstellung der Schrittreihenfolge von einem Prozess in den anderen. Sie stellen auch die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Prozessen dar. [58]

Den Geschäftsprozess kann man mit einem Modell darstellen, Abb. 6.1, dessen Ziel ist es die Prozesseingänge und deren Quellen, den Prozess selbst und den Kunden und mit ihm verbundenen Ausgänge zu definieren. [59]

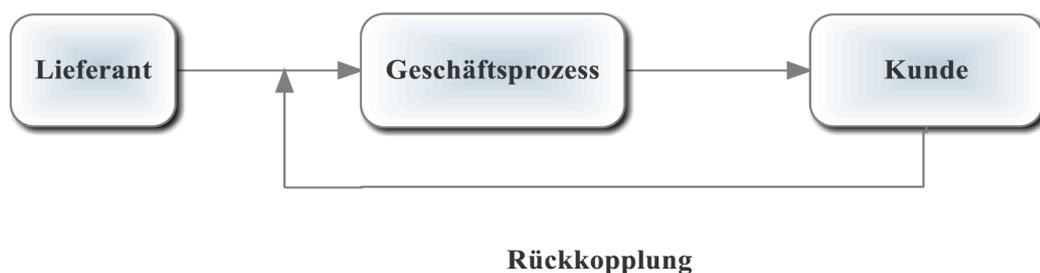


Abb. 6.1) Grundschemata des Geschäftsprozesses [58]

## 6.2 Analyse der Hauptprozesse

Jeder Geschäftsfall läuft im Unternehmen, nachfolgen „Firma“ genannt, durch 10 Schlüsselprozesse: Annahme Nachfrage/Auftrag, Verarbeitung von Nachfrage/Auftrag, Vertragsabschluss, technische Produktionsvorbereitung, Einkauf und Lager, Produktion und Montage, Umlagerung, Endabrechnung, Reklamation und Garantieservice, Geschäftsfallabschluss – Garantieende, Abb. 6.2.

In der Firma gibt es 4 Typen von Aufträgen.

1. Maschinen aus der Standardreihe der Firma, geändert nach Kundenwünschen.  
Die Vertriebsstrategie der Firma ist es Maschinen zu verkaufen, die dann größenabhängig je nach Kundenwunsch geändert werden. Das sind ca. 90 % aller Aufträge. Für diesen Auftragsstyp werden in der Firma auch die Prozesse standardisiert und deshalb befasst sich mit diesem Auftragsstyp auch diese Diplomarbeit.
2. Es wird durch den Kunden eine völlig neue Maschine in Auftrag gegeben und die Geschäftsprozesse haben einen nicht standardisierten Verlauf.
3. Der Kunde hat ein Werkstück, für das er eine Maschine produzieren lassen möchte.
4. Der Kunde interessiert sich für eine Maschine für ein bestimmtes Typ von Werkstück/Werkstücken (Kleinserien bis hin zu Serienfertigung), Bearbeitungszeit-Studie zur Bearbeitung vom Werkstück (Identifizierung von Werkzeugen, Vorrichtungen, Ausrüstungen).

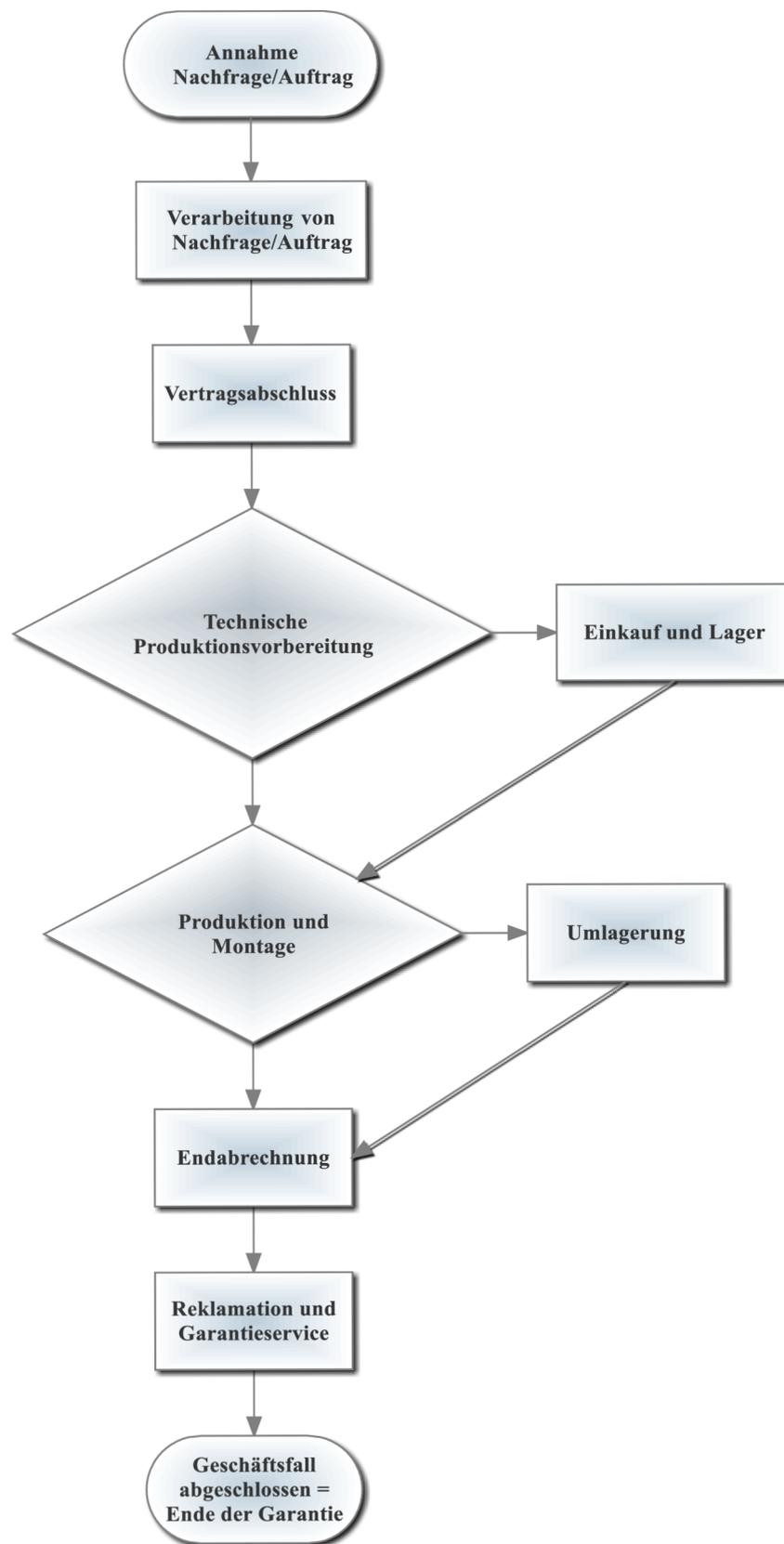


Abb. 6.2) Schlüsselprozesse der Hauptprozesse der Firma

### **6.2.1 Hauptprozesse der Firma**

Die Hauptprozesse der Firma beginnen mit Nachfrage/Auftrag des Kunden, der mit einem zugeteilten Händler kommuniziert. Deren Aufgabe ist es mit dem Kunden zu verhandeln und ihn zugleich zum Kauf zu motivieren. Sämtliche Kommunikation mit dem Kunden erfolgt durch die Verkaufsabteilungen. Die erste Aufgabe der Mitarbeiter der Verkaufsabteilung ist die Feststellung, welche Vorstellungen der Kunde hat und an welcher Maschine er potentiell interessiert ist.

Der Mitarbeiter prüft, ob die Nachfrage/Auftrag realisierbar ist. Ist die Nachfrage/Auftrag kompliziert, besteht die Möglichkeit dies mit den Technikern der Firma zu konsultieren. Nach Erhalt der Nachfrage/Auftrag erfolgt deren Prüfung durch den technischen Abschnitt (Technischer Abschnitt = Abteilung für Planung, Konstruktion und Technik), und im Falle einer komplizierten Nachfrage (technisch, Kosten, Termin) auch durch den technischen Leiter, der das letzte Wort bei der Beurteilung der Nachfrage/Auftrag hat.

Hier erfolgt im Rahmen der Beurteilung durch die technische Abteilungschnitt die Sicherheitsbewertung der gegebenen Maschinenreihe mithilfe einer allgemeinen Risikoanalyse, die erforderliche Schritte für den technischen Abschnitt zu Folge haben kann, oder die Notwendigkeit die Anfrage mit dem Kunden zu konsultieren.

Es erfolgt eine Abschlussbeurteilung der Nachfrage durch den Händler, ggf. Angebotsbearbeitung und anschließend wird ein Finalangebot erstellt.

Eine Darstellung der Hauptprozesse der Firma von Nachfrage/Auftrag bis hin zu Anweisung zur Verarbeitung des Angebots kann man in der Abb. 6.3 sehen.

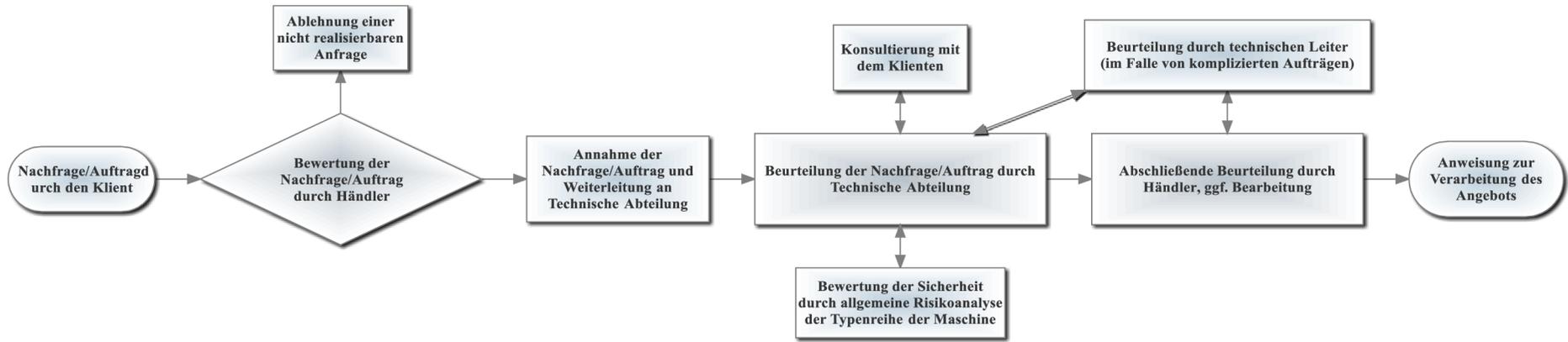


Abb. 6.3) Hauptprozesse der Firma, Teil 1



Die Angebotserstellung besteht aus zwei Teilen. Der **technische Teil** besteht aus:

- Technischer Konfiguration der Maschine,
- Zeichnungen der Maschine,
- Technischer Beschreibung der Grundteile der Maschine,
- Preiskalkulation,

und **geschäftlicher Teil**, dessen Bestandteil ist:

- kurze Beschreibung der Maschine,
- Grundpreis der Maschine,
- Tabelle mit Optionen,
- Liefertermin,
- Zahlungsbedingungen,
- Service,
- Garantie,
- Bedingungen der externen Montage,
- Anhänge.

Der Händler verarbeitet die Angebote in der Regel selbstständig, und dies sowohl den technischen Teil als den geschäftlichen Teil. Wenn die Komplexität über die Kenntnisse der Verkaufsabteilung hinausgeht, werden der technische Teil mit der Abteilung für Planung oder Gestaltung und der geschäftliche Teil mit der Abteilung für Kalkulation, Wirtschaftsabteilung oder mit dem zuständigen Leiter konsultiert.

Nach Komplettierung des Angebots erfolgt die Absendung und anschließende Revision des Angebots – der Kunde kommentiert das Angebot, das wird anschließend von der Verkaufsabteilung angepasst oder in die Abteilung für Planung zurückgesendet und dort bearbeitet. Es kann mehrere Varianten des Angebots geben, sie werden chronologisch mit Buchstaben a, b, c... gekennzeichnet, wo die Entwicklung des Angebots zu sehen ist – Varianten „a“ und „b.“

Weiterhin werden konkrete Details im geschäftlichen Teil, ev. Details im technischen Teil des Angebots bearbeitet, die zur finalen Lösung des Vertrags, offiziellem Auftrag und Vertragsunterzeichnung oder deren Ablehnung (in Flussdiagrammen angegeben als „Die Parteien haben sich nicht geeinigt“ oder „Vertragsunterzeichnung“) führen.

Nach der Vertragsunterzeichnung wird ein Auftragsschein eingelegt – Aufgabenanforderung für die Produktion, Auftragsschein ist ein internes Dokument der Firma und umfasst komplette Informationen über den Auftrag – insbesondere über den Kunden, die Maschine, Abnahmen und Fristen. Jedes Projekt bekommt auch eine Nummer zugeteilt.

Hauptprozesse der Firma von Anweisung zur Verarbeitung des Angebots bis hin zu Anweisung zur Einlegen von Auftragsschein gibt es in der Abb. 6.4.



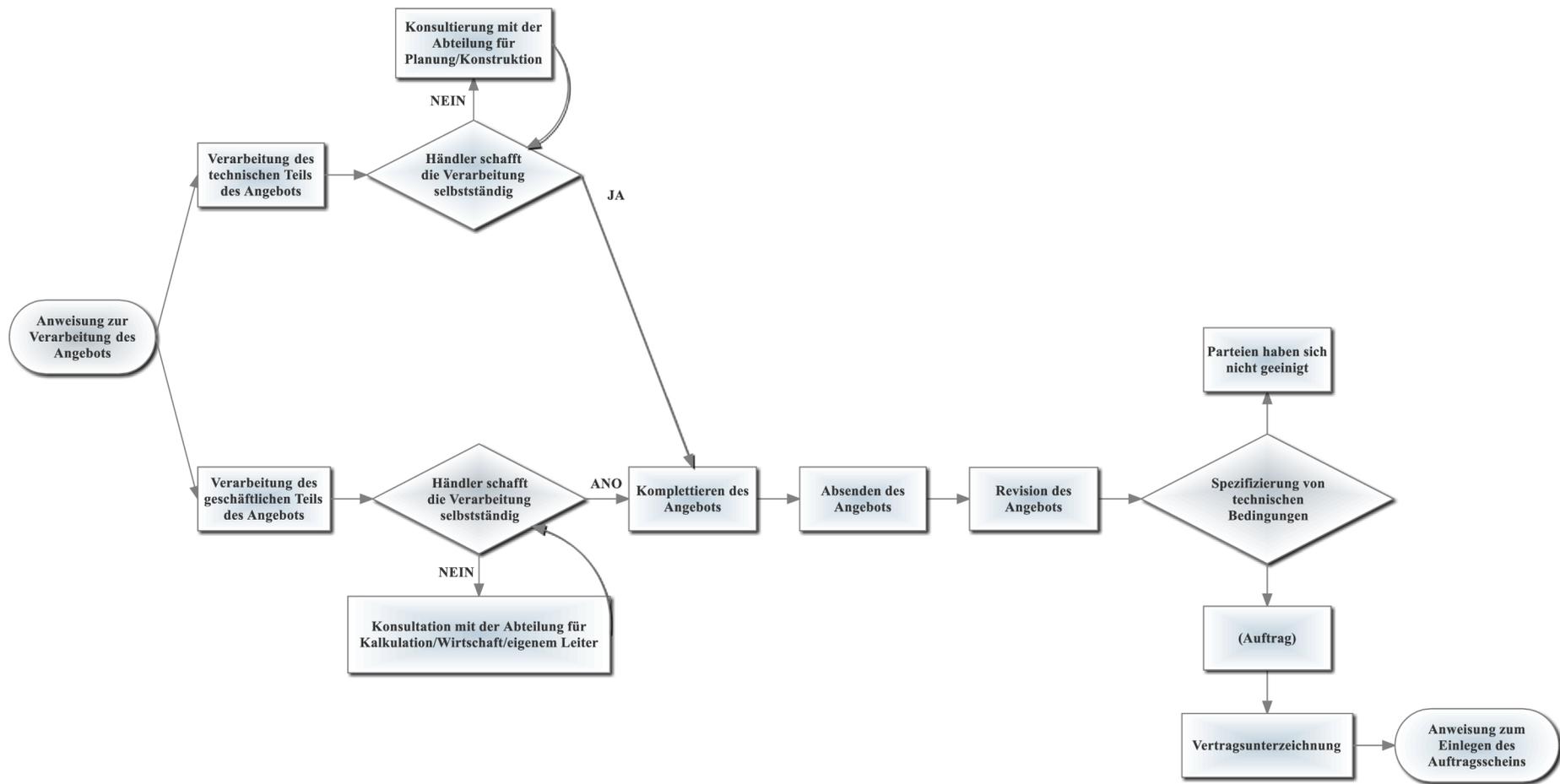


Abb. 6.4) Hauptprozesse der Firma, Teil 2



## **Auftakt-Sitzung**

Ein weiterer Prozess ist die Auftakt-Sitzung oder auch Kickoff-Meeting. Das Ziel ist das Projekt allen wichtigen Mitarbeitern vorzustellen und die Bestimmung von Terminen des Projekts und die Analyse kritischer Stellen des Projektes.

Am Kickoff-Meeting nehmen folgende Vertreter teil, Abb. 6.5:

- Vertreter der Geschäftsabteilung,
- Vertreter der Abteilung für Planung, Hauptprojektmanager,
- Vertreter der Konstruktionsabteilung,
- Vertreter der Wirtschaftsabteilung, Controlling-Abteilung,
- Vertreter der Abteilung für Kontrolle und Qualität,
- Vertreter der Abteilung für Produktion und Montage,
- Vertreter der Abteilung für Einkauf.

Nach dem Kickoff-Meeting erfolgt die Erarbeitung einer Risikoanalyse für den gegebenen Auftrag, aus der sich neue Stellungnahmen/Anforderungen ergeben können. Weiterhin erfolgt eine Bearbeitung des Auftragscheins nach den Stellungnahmen in der Auftakt-Sitzung und Änderungen gemäß der Risikoanalyse. Danach wird der Auftragschein geprüft und abgestimmt. Sollte die Aufgabe während der Realisierung geändert werden (ergänzende Anforderungen, terminliche Anforderungen, Änderung der technischen Aufgabe), muss auch der Auftragschein geändert werden (die neue Version ist genehmigungspflichtig). Der abgestimmte Auftragschein wird anschließend gespeichert. Ein abgestimmter Auftragschein wird signiert gespeichert.

Ein weiterer Prozess ist der offizielle Start des Projekts, auf den die Erarbeitung der Konstruktionsdokumentation folgt.

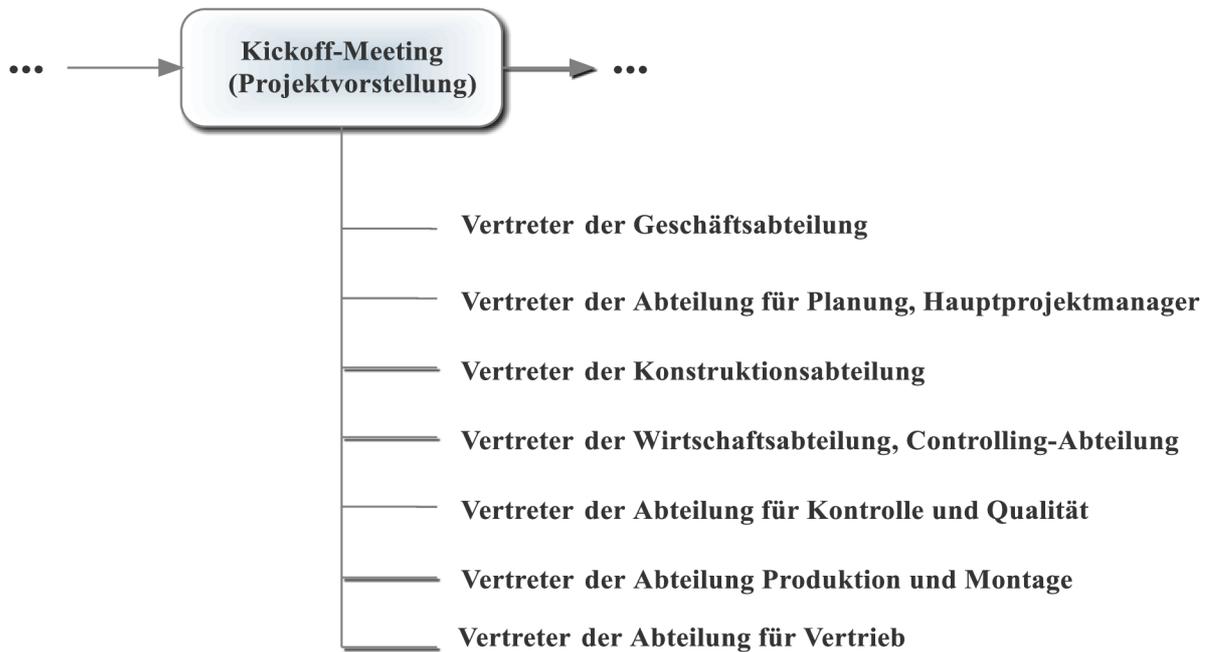


Abb. 6.5) Kickoff-Meeting

### **Konstruktion**

Der folgende Prozess ist die Verlagerung der Prozesse in die Konstruktionsabteilung. Die Konstruktionsabteilung garantiert, dass die Maschinen nach der erteilten Konfiguration konstruiert werden. Das Ziel der Konstruktionsabteilung ist das Finden von konkreten Konstruktionslösungen. Die Konstruktion wird in zwei Teile geteilt:

- Mechanische Konstruktion
- Elektrokonstruktion

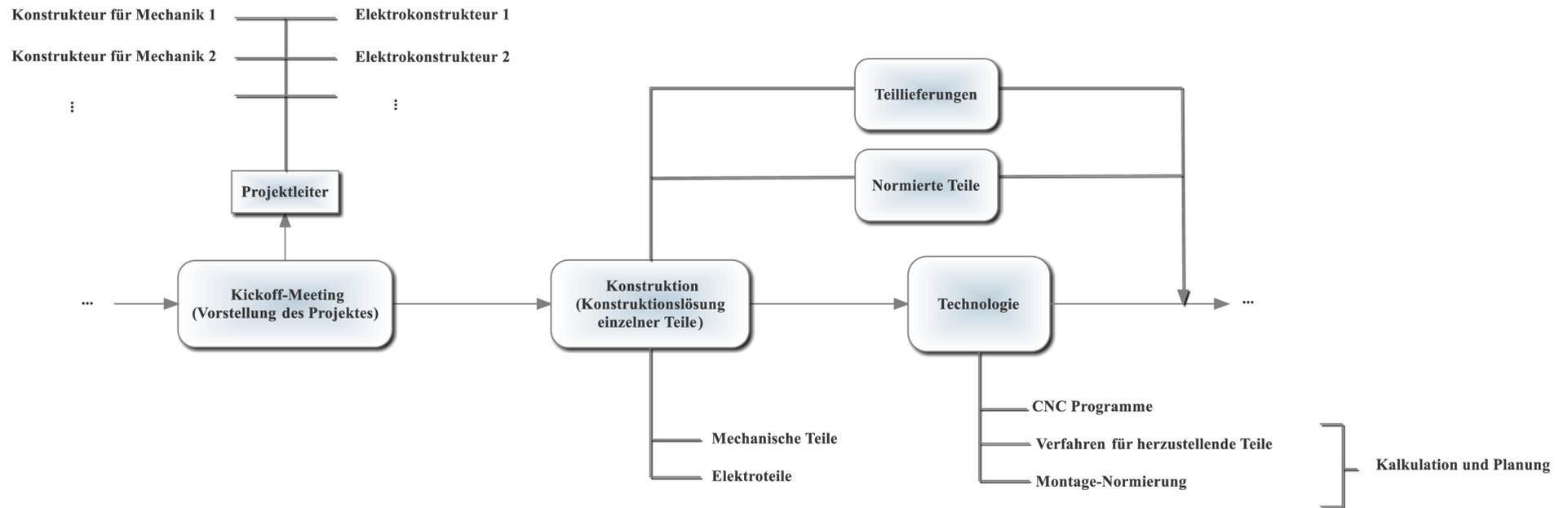


Abb. 6.6) Darstellung der Prozesse innerhalb der Abteilung für Konstruktion und Technologie



Jedes einzelne Projekt hat den sog. Projektleiter, der das Projekt leitet und eine bestimmte Anzahl von Konstrukteuren zugeteilt bekommt. Die Anzahl der Konstrukteure wird nach dem Schwierigkeitsgrad der Konstruktion gewählt, in der Regel 3 – 5 (bei Großprojekten bis zu 15). Die Konstruktion behandelt auch Teillieferungen und normierte Teile, diese Teile gehen nicht durch die Abteilung für Technologie, gemäß der Abb. 6.6.

Nach Erstellung der Konstruktionsdokumentation bestellt die Konstruktionsabteilung Komponente, die eine lange Lieferfrist haben. Es erfolgt die Stellungnahme der Abteilung für Technologie zu der erstellten Konstruktionsdokumentation, diese fügt Kommentare hinzu und anschließend wird die Dokumentation in der Konstruktionsabteilung noch einmal bearbeitet.

### **SAP**

Anschließend werden Stammdaten im SAP-System erstellt. SAP-System<sup>1</sup> ist ein internes Datensystem, das die Firma verwendet. Das System sendet automatisch nach eingestellten Parametern einzelne Informationen an die Abteilungen.

### **Technologie**

Ein weiterer Prozess ist die technologischen Verfahren für die herzustellende Teile zu ergänzen, diese Tätigkeit stellt die Abteilung für Technologie sicher.

Abteilung für Technologie beteiligt sich an der Realisierung in drei Bereichen, Abb. 6.6:

- a) Erstellung von CNC-Programmen,
- b) Erstellung von Verfahren für die herzustellenden Produkte,  
die herzustellenden Produkte sind keine normierte Teile (Schrauben, Muttern, Motoren, etc.). Der Zweck ist diese Teile in zwei Gruppen zu unterteilen, und dies in hergestellte und eingekaufte,
- c) Erstellt Verfahren für die Montage, stellt den Arbeitsaufwand der Tätigkeiten fest.

In der Abteilung für Technologie entsteht also ein Gesamtplan dessen, wie der einzelne Produktionsprozess der Maschine aus zeitlicher und materieller Sicht aussehen soll. Sobald technologische Verfahren für die herzustellenden Produkte ergänzt sind, erfolgt die Erstellung der Limit-Kalkulation und das gesamte Projekt wird eingeplant und die Produktdokumentation freigegeben.

### **Abteilung für Planung**

Abteilung für Planung hat zur Aufgabe sämtliche Prozesse der Produktion detailliert einzuplanen. Es handelt sich um die Planung von Aufgaben für alle Teilabteilungen (Gestaltung, Einkauf, Produktion, Montage). Diese Abteilungen erstellen sog. „Terminplan“ des Projektes, wo verbindliche Termine für alle Abteilungen festgelegt werden, vom Termin für den Beginn der Gestaltung, Sicherstellung der wichtigsten Teile im Einkauf, Sicherstellung der Bearbeitung dieser Teile, Einkauf anderer Teile, Lieferung von den zur Montage erforderlichen Elementen, Montagetermin der Untergruppen und Gruppen der Maschine, Gesamtmontage und Inbetriebnahme, Übergabe der Maschine zum Transport, Transport, externe Montage und Übergabetermin an den Kunden.

---

<sup>1</sup> <http://go.sap.com/index.html>

Nach dem Druck der Produktionsdokumentation erfolgt deren Übernahme durch die durchzuführenden Zentren. Graphische Darstellung der Entwicklungsprozesse vom Anweisung zur Einlegung des Auftrags Scheins bis hin zur Übernahme der Produktionsdokumentation ist in der Abb. 6.7 zu sehen. Anschließend wird die Produktionskapazität bewertet, sowie ob eine externe Produktion eingebunden werden soll (Produktionskooperation). Weiterhin werden Materialien für die Produktion komplettiert (Zeichnung, Verfahren, Materialien).

Es erfolgt der Produktionsplan, dem schließt sich die Produktionserteilung für einzelne Operationen an, sowie die Produktion, die im engen Kontakt mit der Zwischenprozesskontrolle steht.

Nach Produktionsende erfolgen eine Endkontrolle und das Absenden einzelner Teile mit Dokumentation in das Lager für Fertigteile (alles im SAP erfasst). Der nächste Schritt ist die Übernahme der Montagedokumentation und Kompletieren der Dokumentation für Inbetriebnahme. Danach werden die Unterlagen in einzelne Gruppen geteilt und einzelnen Montageteams zugeteilt.

Teile werden vom Lager geholt und zur Montage in einzelne Untergruppen gebracht, dort geprüft und anschließend erfolgt die Montage der einzelnen Untergruppen.

Es erfolgt eine Zwischenkontrolle und Kompletierung der Maschine (Montage und Anlauf), Maschinentest, Vorabnahme mit dem Kunden und Schulung seiner Mitarbeiter (falls dies ein Bestandteil des Vertrages ist). Anschließend erfolgt die Beseitigung von Mängeln aus der Vorabnahme und Demontage der Maschine, Lackreparaturen und die Übergabe zur Speditionsvorbereitung, Ausgangskontrolle, Vorbereitung zur Spedition, Rechnungsstellung, Spedition und externe Montage. Graphische Darstellung der Entwicklungsprozesse von Übernahme der Produktionsdokumentation bis hin zu Demontage der Maschine ist in der Abb. 6.8 zu sehen.

Der letzte Prozessschritt ist die Inspektion der Maschinenbasis, die Realisierung der externen Montage, Übergabe an den Kunden, Schulung, Übergabe der Maschine für konkrete Technologie (falls ein Bestandteil des Vertrages). Im Rahmen der Garantielaufzeit wird Garantie-Service und Kontrollen durchgeführt. Graphische Darstellung der Entwicklungsprozesse von Demontage der Maschine bis hin zu Garantie-Service ist in der Abb. 6.9 zu sehen.

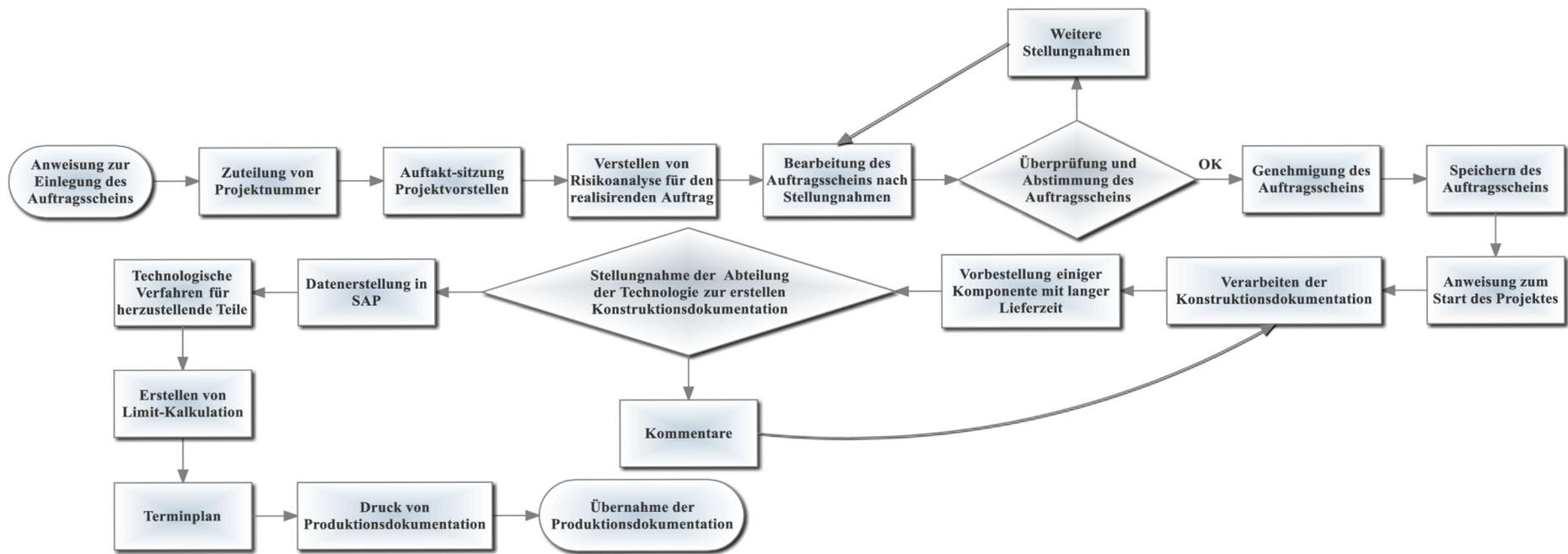


Abb. 6.7) Hauptprozesse der Firma, Teil 3



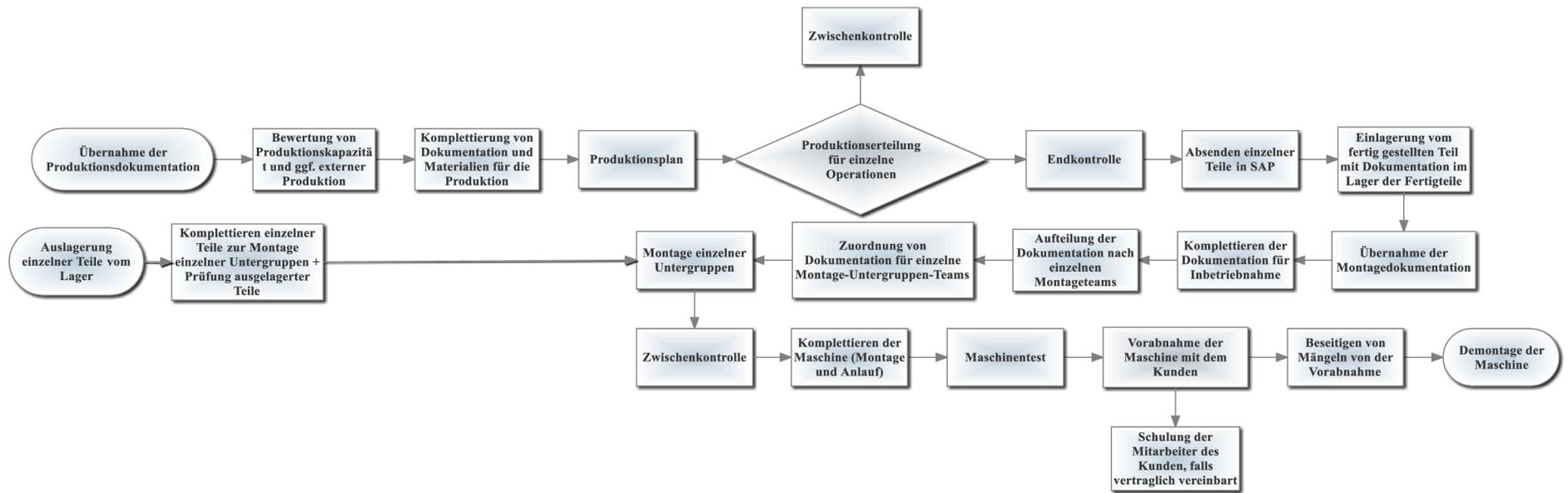


Abb. 6.8) Hauptprozesse der Firma, Teil 4



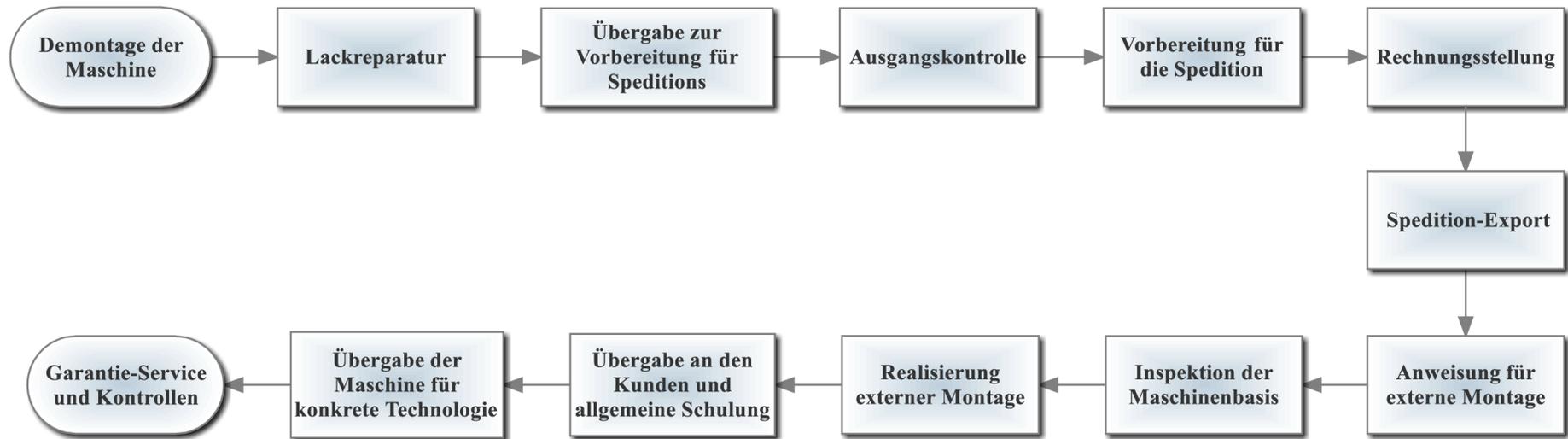


Abb. 6.9) Hauptprozesse der Firma, Teil 5



### 6.3 Beschreibung der Ein- und Ausgänge und Analyse von Eingangsquellen

Ein- und Ausgänge von einzelnen Prozessen sind für Schlüsselprozesse der Hauptprozesse der Firma beschrieben.

#### **Annahme Nachfrage/Auftrag:**

Eingänge:

- Kundennachfrage

Quellen:

- Angebotsportfolio der Maschinen (zum Angebot stehende Maschinen und Anlagen)
- Mitarbeiter der Geschäftsabteilung

Ausgänge:

- Nachfrage/Auftrag – Vergleich mit Portfolio
- Entscheidung über die Realisierung/Ablehnung Verarbeitung der Nachfrage/des Angebots

#### **Verarbeitung von Nachfrage/Auftrag:**

Eingänge:

- Nachfrage/Auftrag für Serien-/Auftragsmaschine (mit Entscheidung der Realisierung)
- Legislative Anforderungen an die Sicherheit
- Anforderungen der Geschäftsleitung
- Kundenanforderungen an Änderungen im Angebot
- Produktionsdurchsatz (Termine)
- Ggf. Anforderung an einen Referenzbesuch in der Firma oder bei einem anderen Benutzer

Quellen:

- Mitarbeiter der Geschäftsabteilung
- Mitarbeiter des technischen Abschnittes
- Sicherheitsanalyse der Maschinenreihe

Ausgänge:

- Angebotsbearbeitung (abgestimmt durch den Kunden und die Firma): technischer Teil (erfüllend die legislativen Sicherheitsanforderungen) und geschäftlicher Teil
- Bearbeitung der Kundenanforderungen im Angebot (Angebots-Varianten a, b, c...)
- ggf. Referenzbesuch in der Firma oder bei einem anderen Benutzer

### **Vertragsabschluss:**

Eingänge:

- Zustimmung des Kunden zum Angebot
- Geschäftsvertrag (Kaufvertrag oder Werksvertrag)

Quellen

- Mitarbeiter der Geschäftsabteilung
- Mitarbeiter der Wirtschaftsabteilung

Ausgänge:

- Vertragsunterzeichnung (Kaufvertrag oder Werksvertrag) durch den Kunden und die Firma

### **Technische Produktionsvorbereitung:**

Eingänge:

- Anweisung zur Erstellung des Auftrags Scheins
- Unterlagen für pro Kickoff-Meeting
- Vorbereitung des Auftrags Scheins
- Legislative Anforderungen an die Maschinensicherheit
- Unterlagen für die Erstellung des Projektplans
- Unterlagen für die Erstellung der Konstruktions-, Montage- und Bedienungsdokumentation
- Unterlagen für die Erstellung der technologischen Verfahren
- Unterlagen für die Erstellung des Aufbauprojektes der Maschine

Quellen:

- Mitarbeiter des technischen Abschnittes
- Projektmanager

Ausgänge:

- Kickoff-Meeting
- Auftrags Schein der Maschine
- Überprüfung der Übereinstimmung mit legislativen Sicherheitsanforderungen
- Projektplan
- Konstruktionsdokumentation
- Montagedokumentation
- Technologische Verfahren für die herzustellenden Teile
- Bedienungsdokumentation
- Sämtliche Unterlagen an SAP gesendet
- Aufbauprojekt der Maschine

### **Einkauf und Lager:**

Eingänge:

- Unterlagen im SAP zu Materialien für die Maschinenproduktion, für die extern herzustellenden Teile und Komponente

Quellen:

- Finanzielle Mittel
- Mitarbeiter der Abteilung für Einkauf
- Lager
- Handhabungstechnik

Ausgänge:

- Material am Lager, extern herzustellende Teile und Komponente

### **Produktion und Montage:**

Eingänge:

Material am Lager, extern hergestellte Teile und Komponente

Quellen:

- Finanzielle Mittel
- Mitarbeiter der Produktion und Montage
- Maschinen und Produktionsanlage (Produktionsmittel)
- extern hergestellte Teile und Komponente
- Produktionshallen
- Handhabungstechnik

Ausgänge:

- Montage von Untergruppen der Maschine
- Gesamtmontage der Maschine
- Inbetriebnahme
- Prüfung der geometrischen Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Maschine
- CE-Kennzeichnung und Konformitätserklärung gemäß Anhang II der Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates 2006/42/EG vom 17. Mai 2006 über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG
- Vorabnahme der Maschine

### **Umlagerung:**

Eingänge:

- Kunde zur Installation der Maschine bereit (Basis der Maschine, Halle, Handhabungsmittel)

Quellen:

- Schulungsunterlagen
- Produktionsmittel
- Handhabungsmittel
- Transportmittel

Ausgänge:

- Maschine beim Kunden
- Übernahme der Maschine
- Inbetriebnahme
- Schulung der Mitarbeiter (Maschinenbedienung)
- Bearbeitung vom gewählten Werkstück
- Funktionierende Maschine

**Endabrechnung:**

Eingänge:

- Teilzahlungen

Quellen:

- Mitarbeiter der Wirtschaftsabteilung
- Mitarbeiter der Controlling-Abteilung
- Mitarbeiter der Geschäftsabteilung

Ausgänge:

- Bezahlte Rechnungen

**Reklamation und Garantie-Service:**

Eingänge:

- Zeitplan der regelmäßigen Inspektionen
- Gewährleistungsansprüche des Kunden

Quellen:

- Mitarbeiter der Service Abteilung
- Mitarbeiter der Geschäftsabteilung
- Ferndiagnose

Ausgänge:

- Durchgeführte Inspektionen
- Reparierte Maschine (Fernzugriff oder vor Ort)

**Geschäftsfallabschluss = Ende der Garantie:**

Eingänge:

- Ende der Garantiefrist

Quellen:

- Mitarbeiter der Geschäftsabteilung
- Mitarbeiter der Wirtschaftsabteilung

Ausgänge:

- Beendete Garantielaufzeit
- Ständiger Kontakt mit dem Kunden
- Maschine im Betrieb beim Kunden

## 6.4 Aktuelle Situation im Bereich der Sicherheit der Maschinen in der Firma

Der Zweck dieses Kapitels ist es zu beschreiben, wie die Entwicklung einer sicheren Maschine in der Firma verläuft und konkrete Verfahren zu Prozessverbesserungen vorzuschlagen, damit diese den aktuellen Sicherheitsanforderungen entsprechen.

### 6.4.1 Aktuelle Situation der Entwicklung einer sicheren Maschine in der Firma

Derzeit basiert die Konstruktion einer sicheren Maschine in der Firma auf zwei grundlegenden Punkten:

#### 1. Know-how der Mitarbeiter in der Firma, insbesondere der Mitarbeiter der Konstruktionsabteilung und Projektplanung

Konstrukteure und das Planungsteam werden regelmäßig in gezielten Schulungen informiert, wo sie Aktuelles aus dem Bereich der Konstruktion von sicheren Maschinen erfahren. Weiterhin wird ihre Proaktivität in diesem Bereich angenommen – also die eigene Weiterbildung.

#### 2. Risikoanalyse [60]

Risikoanalyse ist eine der wenigen erforderlichen Dokumente, die durch die Richtlinie 2006/42/EG direkt bestimmt wird, siehe Kapitel 4.3.

Anforderungen der Richtlinie zur Dokumentation der Risikoanalyse sind wie folgt:

- Angaben über das komplette verwendete Verfahren der Risikoanalyse,
- Auflistung der grundlegenden Anforderungen an die Sicherheit und den Gesundheitsschutz in Bezug auf Maschinen (Maschinenrichtlinie – Anhang I),
- Beschreibung spezieller Schutzmaßnahmen zur Abwendung ermittelter Gefahren oder zur Risikominderung und eventuell Angaben über weitere Risiken in Bezug auf die Maschine.

Die Firma nutzt zwei Risikoanalysen für jede Typenreihe der Maschine und auch für jeden zu realisierenden Auftrag, der nach dem Kickoff-Meeting erstellt wird. Die Risikoanalyse verarbeitet die Abteilung für Planung.

### 6.4.2 Prozesseinführung der Entwicklung von sicheren Maschinen

Die Firma verfügt bereits über voll funktionsfähige Systeme auf ausreichendem Niveau, die die legislativen Sicherheitsanforderungen erfüllen. Der folgende Entwurf versucht die Ermittlung und Überprüfung der Sicherheitsanforderungen mit einem prozessorientierten Ansatz und Kontrolllisten zu integrieren. Dadurch werden die Entwicklungsprozesse der Maschinen vereinfacht, den Sicherheitsanforderungen entsprechen, zur Kostenreduzierung und zum Effizienzverlauf der realisierten Aufträge in der Firma beitragen, siehe Abb. 6.10.

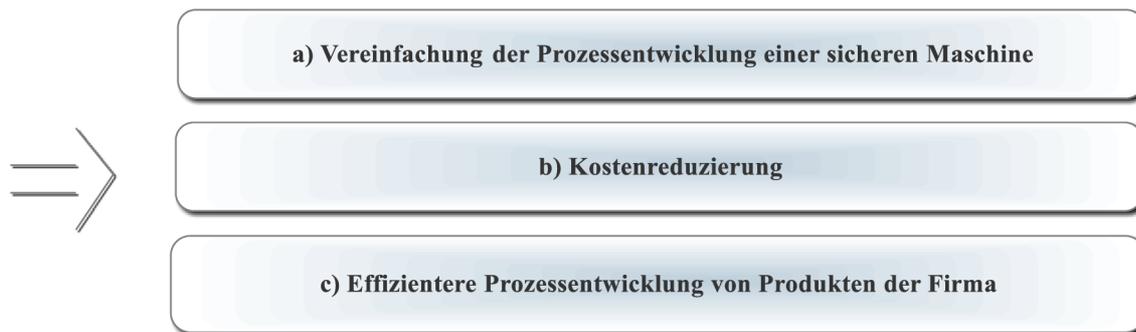


Abb. 6.10) Vorteile der Integration von Ermittlung und Überprüfung legislativer Anforderungen an die Maschinensicherheit anhand von Kontrolllisten

Das Ziel ist die Einführung vom prozessorientierten Ansatz zur Ermittlung und Überprüfung legislativer Anforderungen an die Maschinensicherheit und dies mithilfe von Kontrolllisten (Checklisten), die in einzelne Abteilungen unterteilt sind:

- Subprozess Abteilung für Planung
- Subprozess Konstruktionsabteilung mechanisch
- Subprozess Konstruktionsabteilung Elektro
- Subprozess Technologieabteilung
- Subprozess Produktionsabteilung
- Subprozess Montageabteilung
- Subprozess Elektroanlaufabteilung
- Subprozess Abteilung für Kontrolle und Qualität
- Subprozess Abteilung externer Montage
- Subprozess Gesamtkontrolle von Sicherheitsanforderungen
- Subprozess Abteilung Service (Garantie, Nachgarantie)

Checklisten vereinfachen den gesamten Entwicklungsprozess der Maschine, weil sie einfache Grenzen und konkrete Punkte angeben, die erfüllt werden müssen. Zum Beispiel der Konstrukteur kann eine Maschine nach seinen klassischen Verfahren gestalten, er muss nur die Einzelheiten in der für seine Abteilung erstellten Checkliste einhalten und diese im Rahmen des Gestaltungsprozesses zu respektieren/implementieren. Ob einzelne Anforderungen erfüllt sind, wird im Rahmen der Gesamtkontrolle geprüft.

#### 6.4.2.1 Subprozess der Ermittlung und Überprüfung der Sicherheitsanforderungen

Ein Mitarbeiter der Firma lässt eine für ihn bestimmte Checkliste in der technischen Entwicklungsabteilung erstellen. Jeder Subprozess, „Subprozess der Sicherheitsanforderungen ... Abteilung“, besteht aus drei Schritten. Der erste Schritt ist die Vorbereitung der Sicherheitsanforderung durch einen berechtigten Mitarbeiter der Firma. Der zweite Schritt ist die Implementierung der Sicherheitsanforderungen und der dritte Schritt ist die Überprüfung, ob die Sicherheitsanforderungen in der Maschine implementiert sind, falls nicht, erfolgen weitere Lösungen, Abb. 6.11.

Den Entwicklungsmodellen der Firma sind Subprozesse mit der Bezeichnung „Subprozesse der Sicherheitsanforderungen ... Abteilung“ zugeordnet, diese haben in allen Abteilungen den gleichen Verlauf. Vor der Übergabe der Maschine an den Kunden wird noch

eine Gesamtüberprüfung der Implementierung der Sicherheitsanforderungen durchgeführt. Die Einordnung der einzelnen Subprozesse in die Prozesse der Firma ist in Abb. 6.12 – Abb. 6.15 zu sehen. Neu eingeordnete Prozesse sind rot markiert.

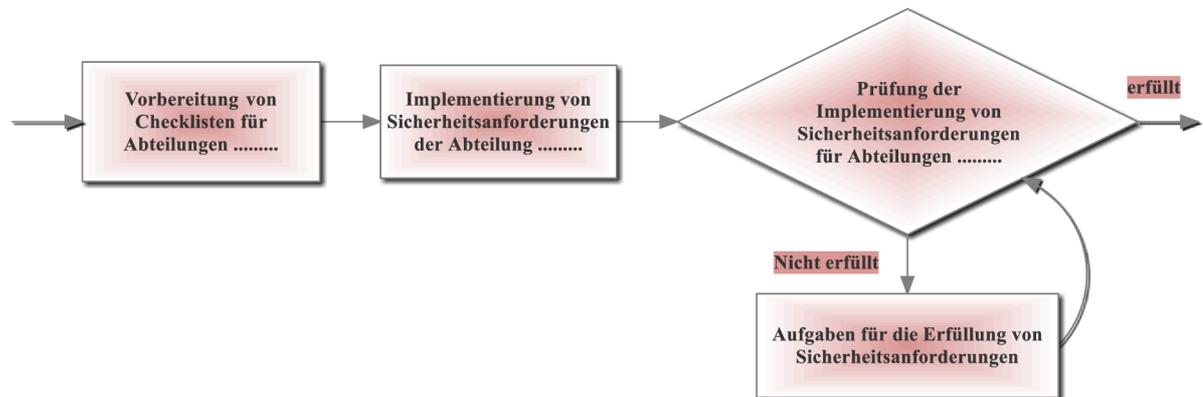


Abb. 6.11) 4 Subprozesse der Sicherheitsanforderungen



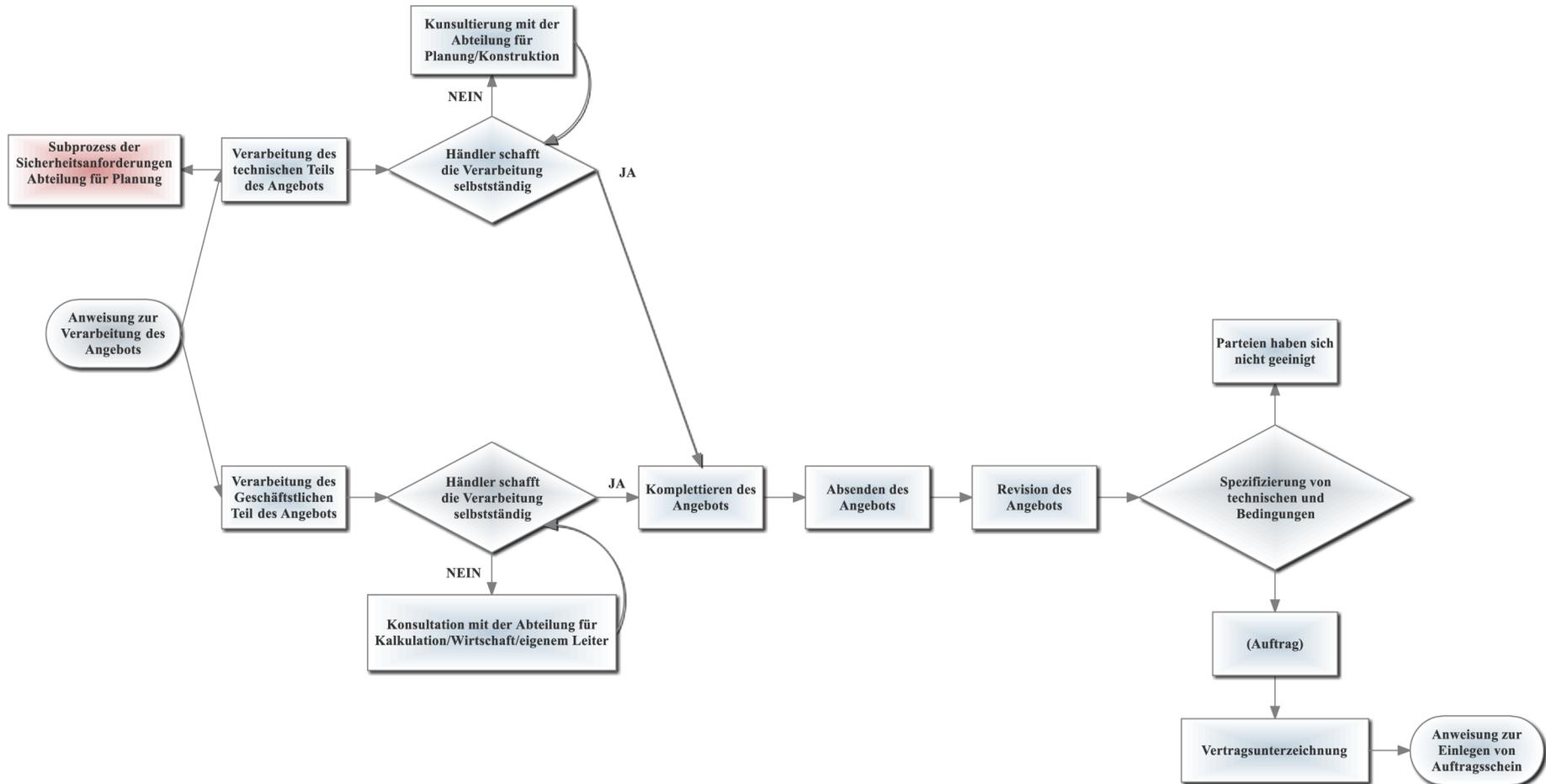


Abb. 6.12) Entwurf der Prozessverbesserung, Teil 1



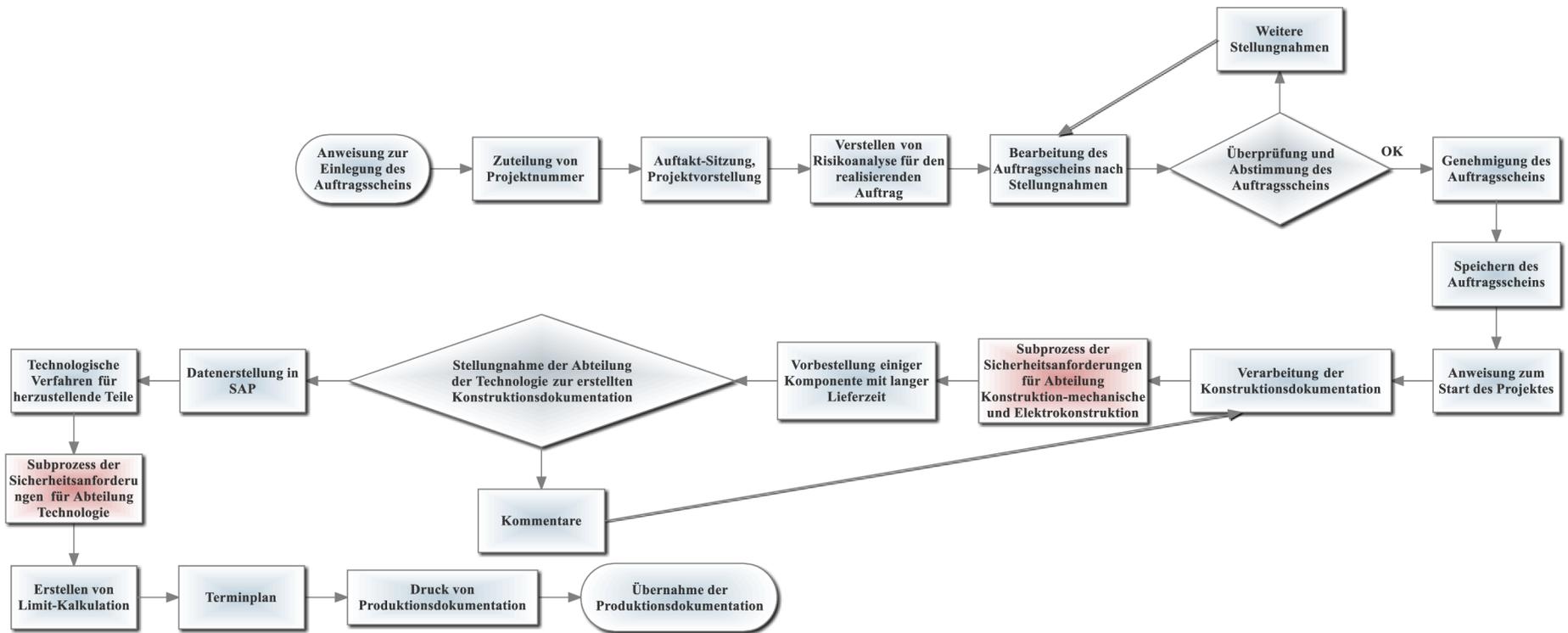


Abb. 6.13) Entwurf der Prozessverbesserung, Teil 2



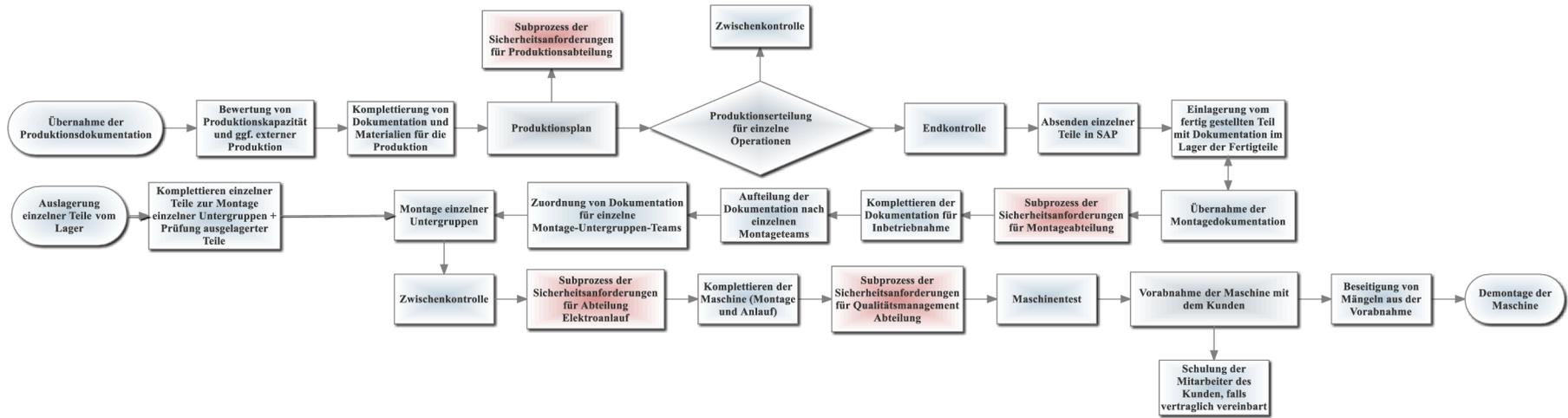


Abb. 6.14) Entwurf der Prozessverbesserung, Teil 3



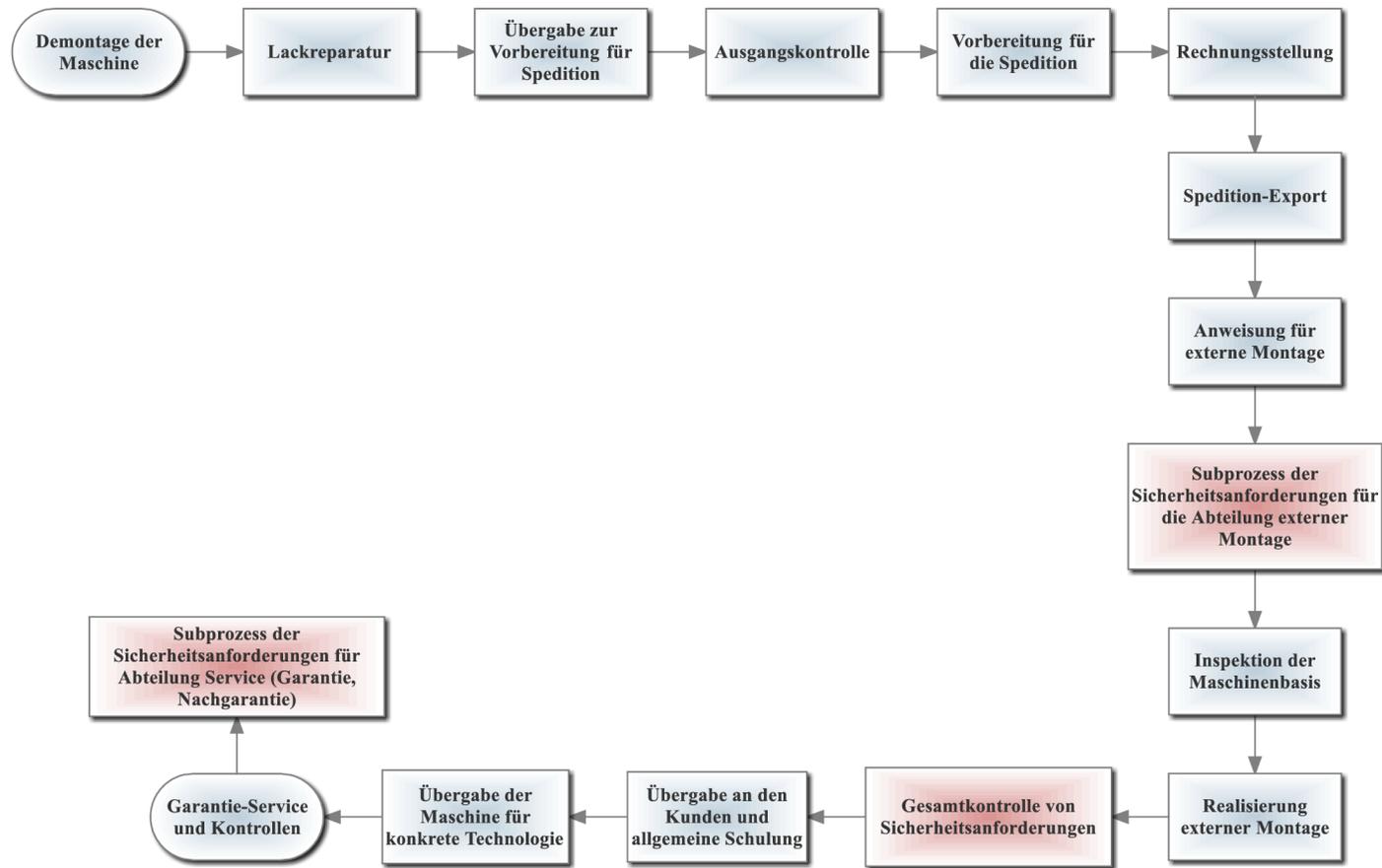


Abb. 6.15) Entwurf der Prozessverbesserung, Teil 4



## 6.5 Integration von Ekodesign in den Produktentwicklungsprozess

Weil die Belastung der Umwelt einiger Lokalitäten ein ernstes Problem vorstellt, kann weltweit festgestellt werden, dass sich in letzten Jahren der Stand der Umwelt auch trotz der wirtschaftlichen Entwicklung sowie der daran angeschlossenen Entwicklung der Industrie- und Bauproduktion, Erhöhung des Energieverbrauchs und Transportleistungen nicht verschlechtert [61]. Es hängt mit der Einführung geeigneter Strategie des Umweltschutzes, einer Mischung environmentaler Politik [61], inkl. freiwilliger Aktivitäten von Managementsystemen [62] zusammen, deren Bestandteil auch Ökodesign ist [63, 64]. Die Herstellungsfirmen fangen an, die jeweilige Situation zu verstehen und wenn diese vorhaben, den Profit zu erhöhen und mit dem Markt Schritt zu halten, müssen diese flexibel auf die Anforderungen reagieren, die durch die Legislative sowie den Markt gestellt werden. Die Anwendung des Designs bei der Entwicklung und Herstellung von Produkten ist eine der Möglichkeiten, wie diese Ziele erreicht werden können.

### 6.5.1 Strategie zum Schutz der Umwelt

Im Laufe der Entwicklung menschlicher Zivilisation kam allmählich zur Erhöhung der Umweltbelastung durch physikalische, chemische und biologische Emissionen und Abfälle bei der Produktion sowie bei dem Verbrauch von Produkten. Besonders die Zeit der Einführung von leistungsfähigen Technologien trug zur Erhöhung der Produktion von hochtoxischen Emissionen und Abfällen bei. In der Gesellschaft wog jedoch lange die Meinung über, dass die Absorptionskapazität des Environments unbegrenzt ist, sodass das entstehende Problem lange nicht erkannt und gar nicht gelöst wurde [65].

Die erste Welle der Pflege für gesunde Umweltbedingungen betrifft 50-60er Jahre letzten Jahrhunderts. Die Emissionen wurden ausgelassen und Abfälle wie früher mit dem Ziel maximaler Zerstreung in die Natur getragen. Es wurden hohe Schornsteine gebaut, Abfälle durch lange Kanalleitungen in Meere möglichst weit vom Festland ausgelassen. Im Innenland wurden zu diesem Zweck gewaltige Flussläufe genutzt. Immer wurde mit assimilatorischen Fähigkeiten und der Absorptionskapazität der Natur gerechnet. Es wurde vorausgesetzt, dass die Emissionen und Abfälle durch selbstreinigende Mechanismen (natural attenuation) in inerte Stoffe transformiert, oder im jeweiligen Bestandteil der Umwelt in einer sehr kleinen, unschädlichen Konzentration zerstreut werden. [66].

Die erwähnte Voraussetzung wurde nicht erfüllt und der verschlechterte Zustand fing an, die menschliche Population zu bedrohen. In 70er Jahren kam deswegen zur Entwicklung der Endtechnologien (end of pipe technology) in Form von Anlagen zum Abfangen, Behandlung sowie zur endgültigen Entsorgung von Abfällen sowie Emissionen. Die Verunreinigung wurde in Filtrate, Schlemme und Konzentrate eingetragen und die einzelnen Verseuchungsstoffe ausschließlich aus dem einen in den anderen Bestandteil der Umwelt verschoben [67].

Als die Reaktion auf Probleme mit der Bildung neuer Lagerkapazitäten, deren Absicherung, Reaktion auf die wachsenden Preise von Werkstoffen, welche mit der Ölkrise verbunden wurden, die auf eine mögliche Erschöpfbarkeit fossiler Quellen zeigte, kamen in 80er Jahren Recyclingtechnologien zur Anwendung. Wenn es nicht möglich war,

Abfallstoffe wiederholt zu recyceln, wurde als eine annehmbare Methode das Verbrennen betrachtet. Auch die Wiederverwertung löste jedoch dieses Problem nicht ganz, weil es Produkte in einer niederen Qualität hergestellt wurden und nach deren Lebensdauer wieder deren Entsorgung gelöst werden musste. Darüber hinaus werden diese Wiederverwertungsanlagen mit großen Finanz- sowie Arbeitsaufwendungen beschafft (Ansprüche auf Energien), wodurch Zeit der Rückvergütung verlängert und wirtschaftliche Effektivität gesenkt wird [68].

Die wachsende Verseuchung der Umwelt forderte die Notwendigkeit, eine neue proaktive Strategien in Form von der Vorbeugung von Unfällen und Verschmutzung direkt bei der Quelle deren Entstehung zu finden. Die erwähnte Strategie und Methodik, welche die Entstehung von Emissionen und Abfällen bei der Herstellung vorbeugen möchte, wird als sauberere Produktion genannt und wurde im Laufe 90er Jahre in Geltung gebracht. Sie wurde als eine Reaktion auf die wirtschaftliche Unerträglichkeit der Endtechnologien, auf die rationale Nutzung von mangelnden Natur- sowie Energiequellen und die Notwendigkeit der Einhaltung von immer strengeren und zahlreicheren Normen für den Umweltschutz entwickelt [67, 69, 70].

Die bisher letzte in das Umweltschutzmanagement in Geltung gebrachte Strategie ist eine eingeführte Vorbeugung und Begrenzung der Verschmutzung, welche in der EU Legislative verankert [71, 72] und in die tschechische Rechtsordnung transponiert wurde [73]. Die Einführung integrierter Prävention in die Praxis wurde ein wichtiger Schritt sowohl aus der Sicht des Unternehmensgesichtspunkts als auch aus der Sicht des gesamtgesellschaftlichen Aspekts und als eine der Grundlagen für die Sicherung nachhaltiger Entwicklung. Es handelt sich um eine fortgeschrittene Weise der Regulierung gewählter Industrie- und landwirtschaftlicher Aktivitäten, welche durch die Wahl geeigneter Herstellungstechnologien und -werkzeuge der environmentalen Politik der Entstehung von Emissionen und Abfällen bei gleichzeitigen Ersparnissen von Kosten vorbeugen.

Eine höhere Stufe des Umweltschutzes wird mit der Ausnutzung der besten erreichbaren Techniken (Best Available Techniques) erreicht, welche bei standardmäßigen technischen und wirtschaftlichen Bedingungen und Kombinationen freiwilliger environmentaler Werkzeuge anwendbar sind. In diese Gruppe von Werkzeugen gehört auch die Familie internationaler Standards environmentaler Managementsysteme [72], welche die Standards enthalten, welche auf abweichende Gesichtspunkte des Umweltschutzes in Organisationen gezielt werden, z. B. für Systeme der Steuerung von Auswirkungen von Abfällen auf die Umwelt, Ecolabelling, Bewertung des environmentalen Profils, Lebenszyklus des Produkts, Ökodesign usw. Sie bieten praktische Werkzeuge für Organisationen, welche die environmentalen Auswirkungen eigenen Verhaltens identifizieren und steuern und die environmentalen Leistungsfähigkeit dauerhaft anhalten und verbessern sowie hiermit auch den Profit erhöhen möchten.

Alle diese erwähnten Ursachen verursachten, dass Betriebe anfangen, Grundsätze, Richtlinien, Programme und öffentliche Erklärungen zu erstellen, welche die Unterstützung der Einführung integrierter Vorbeugung des Umweltschutzes und Begrenzung von Havarien betreffen.

## 6.5.2 Ökodesign, seine Grundstelle in der environmentalen Politik

Der Termin Ökodesign kann als ein systematischer Prozess des Entwurfs und der Entwicklung des Produkts definiert werden, der neben klassischer Anforderungen einen Nachdruck auf das Erreichen minimaler negativer Auswirkung auf das Environment im Laufe des gesamten Lebenszyklus bei gleichzeitiger Minimierung der Kosten legt. Die Vorsilbe Öko bezeichnet sowohl die ökologische als auch die wirtschaftliche Seite des Produkts [74]. Sie ist vor allem für die Betriebe geeignet, welche ihre Produkte und Dienste systematisch entwickeln und verbessern. Ihr Vorteil liegt in eigenen Designer- und Entwicklungskapazitäten [75].

Obwohl der Inhalt des Begriffs Ökodesign dauerhaft entwickelt wird, kann festgestellt werden, dass dessen Hauptgrundsätze folgenderweise beschrieben werden können [76]:

- a) die Durchsetzung von sicheren Produkten und Diensten mit minimalen Auswirkungen auf die Gesundheit und Umwelt;
- b) effektive Ausnutzung der Energie, welche auf der Auswahl sicherer energetischer Quellen und maximaler Energieersparnissen basiert;
- c) Mitigation environmentaler und gesundheitlicher Risiken von Mitarbeitern und Kunden;
- d) Schutz der Biosphäre, der in der Minimalisierung der Entweichung toxischer Emissionen in die Atmosphäre, Hydrosphäre und in den Boden liegt;
- e) nachhaltige Nutzung der Naturquellen mit dem Nachdruck auf den Schutz der Vegetation, Habitats von Wildtieren, un bebauten Räumen sowie ursprünglicher Natur;
- f) Senkung der Auswirkung und die Erhöhung der Wiederverwertung, indem die Ökodesigner bereits beim Entwurf die Erhöhung der Haltbarkeit, Anpassungsfähigkeit sowie der Verbesserungsfähigkeit des Produkts durchsetzen, inkl. der Möglichkeit der Wiederverwertung von Nutzmaterialien, wobei die erwähnten Kriterien in ihre Aufträge und technische Bedingungen angeführt werden;
- g) Übergabe von Informationen, welche für die Auswahl geeigneter Materialien und Prozessen relevant sind.

Das Ökodesign ist ein vorbeugend orientiertes, freiwilliges und regulierendes Werkzeug environmentaler Politik [74]. Die Prävention kann in der Einordnung der Anforderung auf die Minimalisierung der negativen Auswirkung auf die Umwelt gesehen werden, und zwar bereits vom Anfang der Überlegungen über das Produkt, und wie die Praxis zeigt, handelt es sich gleichzeitig um den wirtschaftlichsten Zutritt [77]. Der Begriff der Freiwilligkeit heißt, dass die Nutzung des Ökodesign legislativ nicht begrenzt ist und ausschließlich von einzelnen Unternehmen abhängt, ob sich dieses für diese Alternative beim Entwurf des Produkts entscheidet [76]. Der Begriff das Regelwerkzeug environmentaler Politik heißt, dass die Anwendung des Ökodesigns immer zur Reduzierung der Umweltbelastung vom Produkt im Vergleich zu dem ursprünglichen Produkt [74] führt.

Weil die Applikation des Ökodesign höhere Kosten fordert, werden diese in der Regel durch die Vorteile überstiegen, weil die Produkte qualitätsvoller, die Produktivität und

Effektivität der Produktion positiv beeinflusst werden, die Konkurrenzfähigkeit der Firma wächst und das Produkt verkaufsfähiger wird. Gleichzeitig werden das Image, Reputation und Goodwill des Unternehmens gestiegen, für das dadurch gleichzeitig günstigere Bedingungen für die künftige Rezertifizierung des environmentalen Managementsystems gebildet werden [75]. Die mit dem Ökodesign verbundenen Kosten sollen deswegen nicht nur als Kosten betrachtet werden, sondern als vorsichtige Investitionen mit der Erwartung, dass diese dem Unternehmen einen Konkurrenzvorteil bringen [78].

Nicht zuletzt soll auch der innovative Effekt des Ökodesigns erwähnt werden [79, 80]. Wenn das Produkt unter einem anderen Aspekt angesehen wird, in diesem Fall unter dem environmentalen, können diese Bemühungen im Sinne der Erhöhung der Qualität und anderer Produkteigenschaften zu Innovationen führen. Die Ökologische Analyse des Produkts führt zu einem besseren Verständnis dessen Komponenten und Funktionen und zugleich einem besseren Verständnis der Beziehungen im Rahmen der Lieferantenkette [80].

In der Relation zu dem Lebenszyklus des Produkts ist es nötig den Fakt wahrzunehmen, dass die wichtigste Phase, in der die Auswirkungen des Produkts auf die Umwelt sowie die Wirtschaftsbelastung des Ökodesigns, das Entwicklungs- sowie Entwurfsstadium ist. Die Literatur führt an, dass in dieser Etappe wird bis zu 75 % der summarischen Auswirkung des Produkts auf die Umwelt entschieden. [81] Analogisch wie über die Kosten für das Ökodesign.

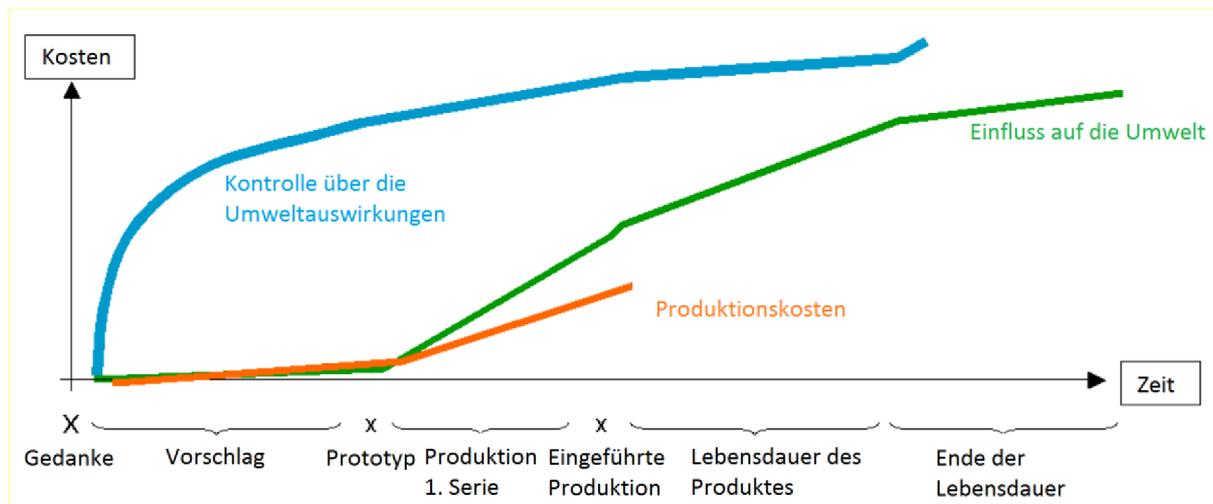


Abb. 6.16) Auswirkung des Produktentwurfs auf die Gesamtkosten im Laufe der Lebensdauer des Produkts [82]

### 6.5.3 Environmentales Profil, die Einführung des Ökodesign und das Marketing

Unter dem Begriff environmentales Profil des Produkts wird die Bestimmung bedeutender Faktoren verstanden, durch welche das Environment durch das Produkt im Laufe des Lebenszyklus beeinflusst wird. Im Grunde geht es um die Identifikation von Stoffen und Materialien, welche das Produkt während dessen Lebenszyklus aus der Umwelt entnimmt (Naturquellen und Energie, Bodenbeschlagnahmen usw.) und die vom Produkt in diese bringen (Emissionen, Abfälle, Schwingungen, Wärme, Lärm, Strahlung usw.) [83, 84].

Es ist offensichtlich, dass aus der Bestimmung des environmentalen Produktprofils auch der Bedarf an neue Informationstypen und -quellen für die Kenntnis jeweiliger und erwarteter Probleme der Umwelt sowie Ursachen abgeleitet werden, welche diese Probleme verursachen. Wichtig ist es auch die Kenntnis der Materialeigenschaften, der Auswirkung auf die einzelnen Bestandteile der Umwelt und ferner die Kenntnis des Energiebedarfs von benutzten Operationen und Vorgängen. Alle gewonnenen Informationen werden im Ökodesign mit der Methode von Mehrkriterien-Analysen, systematischen Übersichten, Matrices sowie Polardiagrammen bearbeitet [85, 86].

Das grundlegende Verfahren der Produktentwicklung mit der Akzeptation des Ökodesigns stimmt mit dem traditionellen Verfahren der Produktentwicklung darin überein, indem aus bestimmter Vorlage ausgegangen wird, die in den nächsten Phasen geübt und verbessert wird, um alle wichtigsten Anforderungen optimal erfüllen zu können. Zu dem Endstadium gehört dann in beiden Fällen die Erstellung kompletter Dokumentation, die zur Aufnahme der Produktion eines neuen oder innovierten Produkts, zur Produktprüfung und die mit der Markteinführung verbundenen Vorbereitungsarbeiten nötig ist. [84].

Die Vorbereitung des Markts für die Einführung eines neuen Produkts auf den Markt ist ein wichtiger Prozess, der für jeden neuen Produkttyp durchzuführen ist. Bei der Anwendung des Ökodesigns kann vorteilhaft die Tatsache ausgenutzt werden, dass in die Produktentwicklung und -planung die Anforderungen an den Umweltschutz integriert wurden. Beim Verbraucher, der mit der Problematik der Umwelt vertraut gemacht wird, können diese Informationen als ein entscheidendes Element bei der Auswahl der Ware betrachtet werden [87, 88, 89].

Zur Erreichung des Erfolgs in einer Werbekampagne hilft es, wenn neben der kurzen Präsentation der Eigenschaften, die zur Senkung der Umweltbelastung beitragen wird, zugleich erklärt wird, wie sich diese Tatsache in der Erhöhung der Qualität des Environments und des persönlichen oder gesellschaftlichen Lebens widerspiegelt. Die Erklärung, wie das Produkt zum Umweltschutz beiträgt, erhöht nicht nur die Auswirkung der Werbung, sondern trägt auch wesentlich zur Erhöhung allgemeiner Informiertheit der Verbraucher über Probleme, die mit der Umwelt zusammenhängen, die immer noch unzureichend bleibt [86].

Es reicht z. B. nicht nur anzugeben, dass das Produkt "keine Freongase enthält", sondern es muss angegeben werden, dass zur Breite der Ozonschicht beigetragen wird, wobei die Breite der Ozonschicht die Basis zur Senkung der Menge der UV-Strahlung ist, welche die Entstehung des Hautkrebses verursacht und zur Erblindung führt [84].

#### **6.5.4 Rad von Ökodesign-Strategien**

In der Praxis wird die Ökodesign-Strategie auf dem Rad von Ökodesign-Strategien dargestellt. Dieses Rad hat acht Radfelgen und jede davon entspricht einem Strategietyp, wie auf dem Abbildung 6.17) [83] ersichtlich ist. Ganz oben wird die Strategie platziert, welche bei der Bildung einer neuen Konzeption des Produkts benutzt wird. Neben dieser Strategie im Uhrzeigersinn befinden sich restliche sieben Typen in der Reihenfolge, die deren Einordnung im Lebenszyklus des Produkts entspricht. Für die Erleichterung bestimmter Quantifizierung beim Vergleich der Strategien werden auf den einzelnen Radfelgen mit Hilfe gleichmittiger

Kreise Skalen mit meistens fünf Punkten erstellt. Mit der Verbindung von Punkten dieser Skalen, welche der entsprechenden Bewertung entsprechen, entsteht eine Fläche, die dem erreichten Ergebnis entspricht [84].

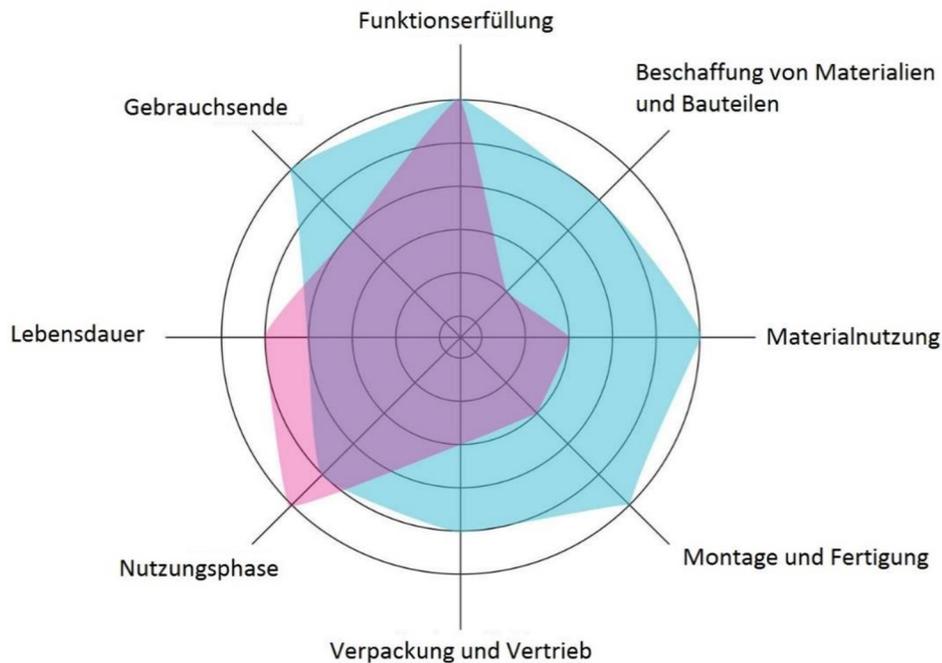


Abb. 6.17) Rad von Ökodesign-Strategien [83]

Das Rad von Ökodesign-Strategien kann für verschiedene Zwecke und Phasen der Produktentwicklung benutzt werden. Auf diesem Rad kann übersichtlich dargestellt werden, in welchem Maß die einzelnen Strategien zur Verbesserung des environmentalen Produktprofils beitragen können. Wird auf dem Rad der Strategien gleichzeitig auch environmentales Profil des jeweiligen Produkts angezeigt, kann bestimmt werden, welche Strategien am meistens zur Verbesserung des environmentalen Profils beitragen, was dann vorteilhaft in einer Werbekampagne ausgenutzt werden kann. Wenn wir die Summe der weißen mit der hellen und dunkelgrauen Fläche vergleichen, kann ermittelt werden, bis wie weit das gesamte environmentalen Produktprofil verbessert werden kann. Je höher die Flächendifferenz ist, desto größer ist die Verbesserungsmöglichkeit und desto geeigneter ist es, das Ökodesign qualitätsvoller zu machen. Beim Vergleich der hellgrauen mit der dunkelgrauen Fläche kann wiederum festgestellt werden, wie sich das neue Produktkonzept auf der Qualitätsverbesserung des environmentalen Profils beteiligt. Nähert sich das Verhältnis beider Flächen einem Ganzen, ist es besser zu einem ganz neuen Konzept des Produkts überzugehen. Die angeführten Ansichten sind jedoch nur semiquantitative, für die quantitative Äußerung ist die Methode der Bewertung des Lebenszyklus zu benutzen [83].

Bauman et al. analysieren Werkzeuge, welche als systematische Mittel zur Lösung von Problemen der Lebensumwelt im Laufe des Prozesses der Produktentwicklung dienen. Hiermit wird bewiesen, dass in der Praxis eine Reihe dieser Werkzeuge von den einfachen bis zu hoch sophistizierten Listen von sachverständigen Computersystemen, inkl. technischer

Strategien angewendet werden, wie z. B. Materialsubstitutionen oder Dematerialisation. Durch Autoren wurden mehr als 150 Werkzeuge identifiziert, welche in vier Gruppen eingeordnet werden, wobei festgestellt wurde, dass die meisten davon in die Gruppe des Niveaus 1 gehören [85]:

- a) das Niveau 1, wohin Werkzeuge gehören, die im Prozess der Produktentwicklung genutzt werden;
- b) das Niveau 2 stellt Werkzeuge im Prozess der Produktentwicklung im Kontext der Gesellschaft dar, die sich auf die Handelsstrategie und Management, Marketing usw. beziehen;
- c) das Niveau 3 enthält Werkzeuge im Prozess der Produktentwicklung aus der Sicht der Herstellungskette, welche die Interaktionen mit Lieferanten, Kunden, mit Abfällen arbeitenden Gesellschaften enthalten usw.;
- d) das Niveau 4 betrifft Werkzeuge, welche zur Entwicklung von Produkten im Zusammenhang mit dem Prozess der Herstellungspolitik bestimmt sind.

### **6.5.5 Ausgewählte Werkzeuge und Methoden**

Zum Entwurf möglicher Alternativen der Lösung von Ökodesign und der Realisierung einiger Phasen des Rahmenvorgangs der Durchführung des Ökodesigns kann eine der Inventionsmethoden dienen, z. B. das Brainstorming [86, 87], Brainwriting pool [86, 87], individuelles Notizbuch [86, 87], bzw. klassische oder volle Delphi Methode [88, 89]. Das Kollektiv gewählter Mitarbeiter des Löserteams für Ökodesign soll idealerweise im Rahmen der Anwendung von Erfindungsmethoden interne und teilweise auch externe Sachverständige eingliedern, um eine ausreichende Zahl von Varianten zu erzeugen, weil die Erfahrungen zeigen, dass sowohl die Effizienz als auch Effektivität der gewählten Lösung mit der Zahl generierter Ideen wächst [87].

Das traditionelle Brainstorming [86, 87] wird in der Regel im Team von 8 - 13 Sachverständigen von einem bis zwei Laien in der Zeitdauer von max. 0,5 Stunden durchgeführt. Es gilt ein Grundsatz, dass zu vollständige Umschreibung eines Problems die Menge sowie die Qualität neuer Ideen begrenzt und das Kollektiv enger Sachverständigen weniger produktiv ist, als ein gemischtes Team mit Laien.

Brainwriting pool [86, 87] wird in einem Team von max. 8 Sachverständigen durchgeführt. Der Teamleiter erklärt das Problem zur Lösung und jeder der Teilnehmer schreibt auf das vorgelegte Papier seine Ideen ein. Dieses Blatt wird umgedreht und in die Tischmitte geschoben. Jeder der Teilnehmer nimmt von der Tischmitte ein Blatt und entwickelt Ideen seiner Vorgänger. Nach dem Aufzeichnen der Ideen wiederholt sich dieses Verfahren. Nach Ablauf ca. 0,5 h werden diese Blätter für die Auswertung gesammelt.

Notizbuch, jeder Teilnehmer ist mit individuellem Notizbuch ausgestattet [86, 87], in dem Probleme und Arbeitsregel definiert werden, und jeder Teilnehmer schreibt etwa einen Monat lang, idealerweise alltäglich, seine Ideen auf. Danach werden diese Notizbücher gesammelt und der Leiter wählt eine geeignete Variante für die nachfolgende Lösung.

Delphi Methode oder Methode zweckorientierter Interviews [88, 89] liegt in einem gesteuerten Kontakt zwischen den Sachverständigen der beurteilenden Gruppe und Vertretern

des beurteilten Subjekts. Für die Analyse wird eine Zusammenfassung von Fragen benutzt, welche bei zweckmäßigen Besprechungen besprochen wurden. Die Fragen werden von einem fixen, im Voraus gegebenen Teil und einem variablen Teil gebildet, der den Ablauf der Besprechung und die Stelle des Befragten widerspiegelt. Die Befragten kommen bei der Bearbeitung der Antworten nicht in Kontakt, wodurch sichergestellt wird, dass sich diese nicht einander beeinflussen können. [90]

Zu der Festlegung des environmentalen Profils wurde eine Input-Output-Analyse benutzt, [91] mit dem Ziel, ein Maximum von Informationen über Flüsse von Materialien und Energien im Laufe des Lebenszyklus und der MET-Matrix (Material, Energie, Toxizität) zu gewinnen [92]. Die Matrix arbeitet mit dem Zugang, der auf der Bewertung von Beziehungen zwischen den Einzelnen Phasen des Lebenszyklus basiert, environmentalen Gesichtspunkten und weiteren Anforderungen, z.B. Handels- oder Kundenanforderungen. Im Grunde geht es um eine Tabelle mit den Lebenszyklus-Phasen in der senkrechten Spalte, welche die Material- sowie Komponentenlieferungen, finale Produktbearbeitung, dessen Absatz an Kunden, Ausnutzung des Produkts und die Beendigung dessen Lebensdauer enthalten. Jede Phase wird getrennt aus der Sicht des Materialflusses und -verbrauchs, Energie und toxischer Produkte jeder der alternativen Möglichkeiten ausgewertet und mit der Ausnutzung des gewogenen Mittelwerts oder multikriterialer Bewertung wird ein Vergleich von Ausgängen durchgeführt.

Bei Life Cycle Assessment (LCA) geht es um eine Systemanalyse, die auf die Bewertung möglicher environmentaler Auswirkungen des Produkts oder des Dienstes in dessen gesamten Lebenszyklus orientiert wird. Dieser Zugang ist auch unter dem Begriff „cradle to grave“ bekannt und hat den Charakter eines unterstützenden Werkzeugs für den Entscheidungsprozess. Er kann auch als eine Informationsquelle für die Auswertung von Risikostellen der Produktionssysteme aus der Sicht der Auswirkungen auf die Umwelt und somit auch aus der Sicht künftiger Innovationen des Produktsystems [93] ausgenutzt werden. Die vollständige Ausnutzung des Standards [94] und die Applikation für ein kompliziertes Produktsystem legen große Ansprüche sowohl auf die Qualität als auch auf die Menge von Eingangsdaten in der Phase der Inventarisierungsanalyse, Konstruktion des Modells als einer Ganzheit.

Ein unterstützendes Werkzeug für die Analyse der Auswirkung auf die Umwelt kann eine Liste von Kontrollfragen liefern (EcoDesign Checklist). Die Liste besteht aus relevanter Fragen, die auf problematische Gebiete gezielt sind und die zur Zusammenstellung des environmentalen Produktprofils jeder der Phase des Lebenszyklus beantwortet werden sollen. Die Liste kann auch bei der Erfüllung der MET Matrix benutzt werden. Die Kontrollliste fängt mit den Fragen an, welche das environmentale Produktprofil als eine Gesamtheit betreffen. Die grundlegenden Fragen werden auf die Feststellung gezielt, in welchem Maß das Produkt seine Haupt- und Hilfsfunktionen erfüllt. Diese Fragen müssen noch früher beantwortet werden als die Fragen, welche auf die Feststellung des environmentalen Profils in den einzelnen Phasen des Lebenszyklus orientiert werden. Weitere Fragen betreffen die restlichen Funktionen, welche die Umwelt beeinflussen und enthalten die Produktion, Vertrieb, Nutzung und Entsorgung des Produkts nach der Beendigung der Lebensdauer. Die Kontrollliste ist aus zwei Spalten zusammengestellt, wo in der linken Spalte die gelegten Fragen angeführt werden und in der rechten Spalte die vorgeschlagenen Verbesserungen von

identifizierten environmentaler Problemen, die vom Rad von Ökodesign-Strategien abgeleitet werden können. [95]

Der Toxic Potential Indicator (TPI) ist auf die Quantifizierung der Belastung der Umwelt orientiert, diese ist die Funktion der Toxizität von den im Produkt enthaltenen oder in einzelnen Phasen des Lebenszyklus entstandenen Materialien. Die Toxizität ist nach Sicherheitsblättern im Intervall 0 (kleinste) bis 7 (höchste) klassifiziert, multipliziert mit dem Stoffgewicht und zum maximalen Wert 100 angepasst [96]. Die Berechnung  $TPI \text{ mg}^{-1}$  wird nach der Gleichung (1) durchgeführt:

$$TPI_{složky} = 100 \times (e^{N_{složky}} - 1) \times (3 \times e^7 - 1)^{-1} \quad (1)$$

Für die Berechnung  $N_{Bestandteils}$  ist die Kenntnis folgender Parameter nötig:

- maximale erlaubte Konzentration von toxischen Stoffen im Material (Maximum Admissible Concentrations, MAC);
- Werte der Karzinogenität von Stoffen EU;
- technische Orientierungskonzentration (Technical Guidance Concentration, TRC);
- R-Sätze (R-Phrases), welche die Konzentration von Stoffen in Bezug auf deren Umwelt angeben;
- Gefahrenklassen (Risiken) im Bezug auf Wasser (Water Hazard Classes, WGK).

Oil Point Method (OPM) ermöglicht die Bezifferung environmentaler Auswirkung der Produktion der Einheitsmenge des Materials, bzw. Energie nach der Kenntnis des Verbrauchs fossilen Brennstoffs nach der Beziehung (2) und gewählter Daten in Tab. 1. Die Methode bietet solide Ergebnisse und kann die komplizierte Methodik des Produkt-Lebenszyklus supplieren. Ihr Vorteil ist ein einfaches Modell der Berechnung, inkl. der Möglichkeit der Aktualisierung und der Ergänzung der Eingangsdaten [97].

$$OP \text{ (oil point)} = \text{energetische Potential von 1 kg Erdöls} = 45 \text{ MJ} \quad (2)$$

Die Abwesenheit von den für die Anwendung der Oil Point Methode nötigen Indikatoren kann aus der Methodik des Lebenszyklus, nach entsprechender Literatur und Datei ergänzt werden. Der Autor dieser Methode führt einen Dateisatz zu deren Ausnutzung für mehr als 70 Materialien in einer reinen Form oder in der Form von Halbfabrikaten, mehr als 20 Herstellungsprozessen und ca. 20 weitere Prozesse des Lebenszyklus [97].

Material or process	Wert	Einheit
Kohlenstoffstahl	1,00	OP kg <sup>-1</sup>
Aluminium	4,45	OP kg <sup>-1</sup>
Aluminium 100% recycled	0,20	OP kg <sup>-1</sup>
Polyethylen hoher Dichte	1,80	OP kg <sup>-1</sup>
Holt	0.20	OP kg <sup>-1</sup>
Elektrizität	0,25	OP kWh <sup>-1</sup>

Tab. 6.1) Indikatoren Oil Point Methoden nach dem Material- oder Prozesstyp [97]

Der Indikator Material Input Per Service Unit (MIPS) stellt ein ökologisches Paket von Stoffen, Produkten und des Verbrauchs, die als ein Eingang von Quellen an die

Serviceeinheit bearbeitet werden. Mit Hilfe dieses Indikators können leicht und schnell Produkte bewertet und ihre Anpassung im Rahmen des Lebenszyklus durchgeführt werden. Der Indikator hat einen quantitativen Ausgang, der den Lebenszyklus akzeptiert [98].

Die multikriteriale Analyse dient zur Auswahl einer optimalen Variante aus einiger entworfenen Alternativen. Die Voraussetzung der Anwendung der multikriterialen Analyse ist die Wahl quantifizierender Kriterien, die in den Entscheidungsprozess einverleibt werden. Der Vorgang der multikriterialen Analyse besteht aus folgenden Schritten [99]:

- a) Die Definition des Problems und die Abgrenzung von Bewertungsalternativen  $v_i$  der Gesamtzahl  $i = m$ , wobei  $i \wedge m \in N$  a  $N$  heißt das Symbol für die Menge aller natürlichen Zahlen.
- b) Die Festlegung von Bewertungskriterien  $k_j$  in der Zahl  $n$ , wo  $j \wedge n \in N$  und die Quantifizierung von Bewertungskriterien sind.
- c) Die Zusammenstellung der Entscheidungsmatrix  $Y$ , in der das Element  $y_{i,j}$  die  $i$ -te Variante darstellt ( $i$ -te Spalte) und  $j$ -te Bewertungskriterium ( $j$ -te Spalte), wobei  $i \wedge j \in N$ .

- d) Zuordnung der Wichtigkeiten  $w_j$  zu bewertenden Kriterien, wobei  $\sum_{i=1}^n w_i = 1, 0$ . Die

Werte von Wichtigkeiten können entweder abgeschätzt oder mit einer der quantitativen Methoden berechnet werden, wohin die Punktbewertungsmethode, Methode der Reihenfolge sowie die Fuller und Saaty Methode gehören

- e) Alle Kriterien sind in denselben Typ zu übertragen, und zwar in den Maximierungs- oder Minimierungstyp. Wird die Kriterientransformation in Maximierungselemente  $y_{ij}$  jedes der Kriterien  $k_j$  mit dem höchsten Wert gewählt, besitzen diese die Priorität der Lösung. Wird die Kriterientransformation in Minimierungselemente gewählt, besitzen dann die Priorität der Lösung  $y_{ij}$  jedes der Kriterien  $k_j$  mit dem kleinsten Wert. Die Transformation kann nach einer der Gleichungen (3) oder (4) durchgeführt werden:

$$y_{i,j}^T = y_j^{MAX} - y_{i,j} \quad (3)$$

$$y_{i,j}^T = y_{i,j} - y_j^{MIN} \quad (4)$$

wo  $y_{i,j}^T$  den Wert des transformierten Kriteriums  $j$ -ten Kriteriums  $i$ -ter Variante,  $y_j^{MAX}$  den maximalen Wert des Kriteriums  $k_i$  und  $y_j^{MIN}$  den minimalen Wert des Kriteriums  $k_i$  heißt.

- f) Danach ist es nötig, die ideale Variante  $h$  darzustellen, welche mit der Beziehung (5) für die Maximierungs-, bzw. mit der Beziehung (6) für die Minimierungsmatrix und die basale Variante  $b$  präsentiert wird, die mit der Beziehung (7) für die Maximierungs-, bzw. mit der Beziehung (8) für die Minimierungsmatrix gegeben wird, in denen  $k_j^{MAX}$  der maximale und der  $k_j^{MIN}$  minimale Wert des  $j$ -ten Kriteriums ist.

$$h_j = (k_1^{MAX}, k_2^{MAX}, \dots, k_n^{MAX}) \quad (5)$$

$$h_j = (k_1^{MIN}, k_2^{MIN}, \dots, k_n^{MIN}) \quad (6)$$

$$b_j = (k_1^{MIN}, k_2^{MIN}, \dots, k_n^{MIN}) \quad (7)$$

$$b_j = (k_1^{MAX}, k_2^{MAX}, \dots, k_n^{MAX}) \quad (8)$$

- g) Es folgt die Aufzählung von Elementen  $z_{i,j}$  normalisierter Maximierungs-, bzw. Minimierungsmatrix  $Z$  mit der Ausnutzung,  $b_j$  und der idealen,  $h_j$  Variante sowie des entsprechenden Elementes  $y_{j,i}^T$  transformierten Matrix  $Y^T$  nach der Gleichung (9) für Maximierungs-, bzw. Gleichung (10) für die Minimierungsmatrix:

$$z_{i,j} = \frac{y_{i,j}^T - b_j}{h_j - b_j} \quad (9)$$

$$z_{i,j} = \frac{b_j - y_{i,j}^T}{b_j - h_j} \quad (10)$$

- h) Mit der Ausnutzung von Kenntnissen der Gewichtigkeiten  $w_j$  einzelner Kriterien und Elementen  $z_{i,j}$  normalisierter Matrix  $Z$  wird der Wert der gewichteten Summe  $u(v_i)$  für die einzelnen Varianten  $v_i$  der Ökodesign nach der Gleichung (11) berechnet:

$$u(v_i) = \sum_{j=1}^n w_j \times z_{i,j} \quad (11)$$

Die Prioritätsanwendung (optimale Variante) hat Variante  $v_i$  mit dem Maximalwert gewichteter Summe, wenn Maximierungskriterien und die Variante  $v_i$  mit dem Minimierungswert gewichteter Summe angewendet wurde und wenn die Minimierungskriterien appliziert wurden.

### 6.5.6 Entwurf der Methodik der Implementierung des Ökodesigns in einer Firma

Das Ziel dieses Kapitels ist es, eine einfache Methodik vorzuschlagen, welche für das gewählte Produkt, für dessen Bestandteil oder für dessen Herstellungsoperationen in relativ kurzen Zeiten in jedes Unternehmen einfach implementierbar ist. Im folgenden wird die Lösung ausschließlich auf das Produkt gezielt, obwohl die Praxis zeigt, dass der Prozess der Anwendung des Ökodesigns meistens bei den einzelnen Produktteilen anfängt (für komplizierte Produkte, besonders z. B. bei CNC Herstellungs- und Bearbeitungsmaschinen ist der erwähnte Zutritt üblich), oder bei singulären Herstellungsoperationen und erst schrittweise wird dieser Prozess bis zu der Entwicklung einer neuen Produktgeneration erweitert.

Hier ist es nötig festzustellen, dass ob es sich um:

- die Entwicklung einer neuen Produktkonzeption handelt;
- oder ob es sich um eine Änderung der Konstruktion des Produkts, die auf dessen Zusammenbau, Struktur, bzw. Bedienungssysteme orientiert wird handelt;

stellt das Ökodesign einen systematischen Prozess dar, der neben der Bemühung um die Erreichung einer minimalen negativen Auswirkung des Produkts auf die Umwelt auch parallel den Akzent auf die Sicherung, bzw. Verbesserung klassischer Eigenschaften des Produkts legt, wohin die Qualität gehört, welche die Funktionsfähigkeit Lebensdauer, Zuverlässigkeit, einfache Wartung und Reparatur, ferner die Wirtschaftlichkeit, Sicherheit, Ergonomie, Durchführbarkeit usw. Darum ist es nötig, bei der Wahl der Finallösung des Ökodesigns in die Konstruktion auch die oben angeführten Anforderungen und die optimale Alternative der vorgeschlagenen Varianten zu integrieren, diese sind mit der Ausnutzung multikriterialer Bewertung zu wählen, welche für die einzelnen Phasen des Lebenszyklus angewendet wird. Zu diesem Zweck kann folgende Zusammenfassung von Kriterien gewählt werden, die für jeden einzelnen Fall entweder ergänzt oder reduziert werden können:

- a) Wirtschaftliche Effizienz, wohin direkte Investitionskosten und indirekte Kosten gehören, welche die Kosten für externe Mitarbeiter, Kosten der Einschulung und Training der Mitarbeiter usw. enthalten können. Hierher gehören ferner Kosten für neue Anlagen, Geräte, Material und Energie, Betriebs- und Regiekosten in ihrer Gesamtheit, Kosten für den Transport, Wartung, entgangenen Gewinn, der mit gesunkener Effektivität des Betriebs zusammenhängt, wenn die Leistung der Anlage wegen der Durchführung von den mit der Realisierung der Grundsätzen des Ökodesigns, Erhöhung der Sicherheit, Verbesserung der Qualität der Herstellungstraße usw. verbundenen Maßnahmen gesenkt wird. In die Kategorie der Kriterien der wirtschaftlichen Effizienz müssen auch die Beiträge einbezogen werden, die mit dem Gewinn des Konkurrenzvorteils der Firma, Effektivierung des Herstellungssystems, höherem Nutzwert des Produkts für den Kunden und dessen erhöhter Interesse am Produkt, Senkung von Risiken bei der Herstellung und der Verantwortung für das Produkt verbunden sind. Allein zur Beurteilung der wirtschaftlichen Effektivität erscheint als vorteilhaft die Anwendung der Methode Cost Benefit Analysis.
- b) Die technische und operative Durchführbarkeit mit der Rücksicht auf die jeweilige Produktion, inkl. der Durchführbarkeit des Plans, um die Zeitdauer der Durchführung abschätzen und ein Zeitplan der Einführung einzelner Phasen gewählter Variante des Ökodesigns erstellen, nötige Ressourcen optimalisieren, die an Urheberrechte gebundene "rechtliche Durchführbarkeit" beurteilen, Anforderungen an Buchhaltung, Vertragsverbindlichkeiten, Eigentum, Vereinbarungen über Outsourcing usw. festlegen zu können.
- c) Die Sicherheitsstufe, deren Voraussetzung die Bewertung aller Teilrisiken ist (vor allem technologischer, gesundheitlicher, ökologischer, rechtlicher sowie Informationsrisiken usw.).
- d) Das Niveau der Qualität heißt die Fähigkeit des Produkts, dessen Funktionen, also die Funktionsfähigkeit, zu erfüllen. Die Qualität enthält auch die gesamte Haltbarkeit (Lebensdauer), Verlässlichkeit, Leichtigkeit der Wartung und Reparatur des Produkts, inkl. dessen anderer vom Kunden geschätzten Eigenschaften. Die Qualität aus der Marketingansicht ist nach dem zu messen, wie diese vom Käufer betrachtet wird.

Kriterien der Funktionsfähigkeit, Lebensdauer, Verlässlichkeit, Leichtigkeit der Wartung und Reparatur können auch als getrennte Kriterien getrennt bewertet werden.

- e) Das Niveau der Ästhetik des Produkts.
- f) Die Qualität der Methodik der Arbeitsorganisation sowie der Arbeitsmittel, für die Verbesserung des Systems Mensch - Maschine, also das Niveau der Arbeitspsychologie.
- g) Die Geschwindigkeit und Einfachheit der Durchführung von Implementierung des Ökodesigns.
- h) Qualität der Informations- und Kommunikationssicherung.
- i) Environmentale Annehmbarkeit, wohin der Material-, Energiebedarf; Menge, Toxizität und Ekotoxizität produzierter Abfälle und Emissionen mit weiteren Ansichtspunkten, gemeinsam mit anderen Aspekten gehören, welche im Verfahren der Anwendung des Ökodesign-Prozesses präsentiert werden, und zwar im Absatz 6.5.3.

Davon ist ersichtlich, dass viele von den erwähnten Subsystemen von Kriterien können mit Hilfe multikriterialer Methode getrennt beurteilt werden und nachfolgend kann integrierte Bewertung durchgeführt werden.

Zum Entwurf von Varianten des Ökodesigns ist es geeignet, eine der Inventionsmethoden zu benutzen, z. B. Brainstorming, Brainwriting pool, individuelles Notizbuch, klassische oder volle Delphi Methode.

In der vorgelegten Methodik ist bei der Durchsetzung von Grundsätzen des Ökodesigns für das Produkt vorzugsweise die Aufmerksamkeit dem Kriterium der Minimalisierung environmentaler Auswirkungen und deren getrennter Auswertung gewidmet. Die anderen Kategorien von Anforderungen, die sich im Prozess der Anwendung des Ökodesigns vorteilhaft oder unvorteilhaft ändern können, sind für jede in Frage kommende Lösung nachfolgend im gesamten Komplex beurteilt, der auch die environmentale Annehmbarkeit enthält. Zu der Auswertung environmentaler Ansichtspunkte oder zur Auswertung des Komplexes weiterer Parameter ist empfohlen, multikriteriale Bewertung mit der Zuteilung entsprechender Gewichtigkeiten zu bewerteten Kriterien auszunutzen.

Von den environmentalen Kriterien ist es beim Entwurf einer neuen Konzeption nötig, die Aufmerksamkeit besonders:

- a) Der Dematerialisation des Produkts zu widmen, wobei darunter nicht die Miniaturisierung des Produkts verstanden wird, sondern die Möglichkeit des Ersatzes eines materiellen Produkts durch einen Dienst. z. B. die Benutzung des Telefons oder elektronischer Post senkt den Papierverbrauch.
- b) Die Möglichkeit gemeinsamer Nutzung, was auf der gemeinsamen Nutzung einer teuren Maschine beruht, die vom Besitzer während der ganzen Arbeitszeit nicht voll genutzt werden kann, z. B. ein Kopiergerät von mehreren Verwaltungsabteilungen, womit materielle Ersparnisse erreicht werden können.

- c) Integration von Funktionen in Form vom Ersatz mehrerer Produkte durch ein einziges, das alle deren Funktionen schafft. z. B. Telefon, Fax und Notizbuch sind in eine Einheit integriert.
- d) Die Bestimmung eines Funktionsoptimums, das wesentlich zur Senkung der Belastung der Umwelt beitragen kann. Ein typisches Beispiel ist ein Ersatz einer mehrfachen Verpackung von Verbrauchsprodukten. Solche Verschwendung mit dem Verpackungsmaterial ist zu begrenzen und das geforderte Gefühl der Pracht z. B. mit einer interessanten Form der Verpackung oder mit besonderer Bedruckung des Papiers zu erwecken.

Wenn es nicht um eine grundlegende Änderung der Konzeption geht, sondern um die Änderung der Konstruktion des Produkts, ist es bei der Durchsetzung des Ökodesign zweckmäßig die Aufmerksamkeit auf folgendes zu konzentrieren:

- a) Zusammensetzung des Produkts;
- b) Zusammenbau (Struktur) des Produkts;
- c) Bedienungssysteme.

Was die Produktkomposition betrifft, sind Stoffe mit niedrigem Einfluss auf die Umwelt in allen Phasen des Lebenszyklus vorzuziehen. In der Praxis heißt es, solche Stoffe zu wählen, die aus erneuerbaren Quellen gewonnen wurden, leicht verwertbar sind, bei der Förderung, Verarbeitung sowie der Verwertung keine hohe Ansprüche auf den Energieverbrauch und Hilfsstoffe legen, lösen ein Minimum von toxischen Emissionen, enthalten einen niedrigen Anteil toxischer Bestandteile, ermöglichen mehrfache Verwertung, wobei diese einen qualitätsvollen Recyclat bieten, Eigenschaften haben, welche sich dem primären Rohstoff nähern, und zwar nicht nur mit der Form der Reduktion des Gewichts des Produkts, sondern auch mit der Zahl der Arten von Stoffkomponenten in einem Produkt, was die Rückausnutzung ermöglicht. Dazu gehört auch die Reduktion des Volumens und der Maße von Produkten mit dem Ziel der Erhöhung des Komforts der Nutzung und der Effektivität der Beförderung.

In die zum Aufbau (Struktur) gezielten Strategien gehören:

- a) die Senkung der negativen Auswirkung auf die Lebensumwelt im Laufe der Nutzung des Produkts;
- b) Optimalisierung der Herstellungsprozesse;
- c) Optimalisierung von Vertriebssystemen des Produkts.

Strategie des Umweltschutzes bei der Benutzung des Produkts wird auf Parameter gezielt, die zu einem sicheren, energetisch sowie materiell sparsamer Nutzung des Finalprodukts beitragen. Diese Strategien orientieren sich auch auf die Reduzierung der Menge und der Toxizität von Abfällen, welche während der Produktnutzung entstehen. Dazu gehören toxische oder environmental ungeeignete Bestandteile und Beimischung, welche bei der Nutzung des Produkts in die Luft, Abwässer oder Boden gelangen können, bzw. diese die Gesundheit des Nutzers bedrohen können.

Die Optimalisierung der Herstellungsprozesse heißt die maximale Reduktion der Auswirkung auf die Umwelt im Laufe der separaten Herstellung des Produkts. Darum ist es

nötig, das technologische Verfahren und die benutzten Werkstoffe, Hilfs- und Nebenmaterialien aus der Sicht der Wirksamkeit deren Ausnutzung, Energieverbrauchs, Möglichkeit der Senkung der Toxizität und Gefahr, des Einflusses auf jeden der Bestandteile des Environments, inkl. des Einflusses auf die Menge und den Charakter der Auswirkungen zu überprüfen. Zu diesem Zweck können wirksam Methoden der saubereren Produktion angewendet werden.

Die Strategie der Optimalisierung von Vertriebssystemen des Produkts orientiert sich auf die Nachhaltigkeit der Beförderung. Es werden Maßnahmen zur Erhöhung der Effektivität der Beförderung des Produkts vom Werk in das Verkaufsnetz, und nachfolgend zum Verbraucher durchgeführt, bei gleichzeitiger Minimalisierung deren Einflusses auf die einzelnen Bestandteile der Umwelt. Es ist deswegen geeignet, die Art der Verpackung aus der Sicht des Produktvolumens, Menge und Charakters der Verpackung, Wahl des Transportmittels und Logistik des Transportwegs zu verifizieren. Zwischen grundlegende Regeln dieser Strategie gehören:

- a) eine angemessene Menge des Verpackungsmaterials zu benutzen und geeignet das beförderte Volumen zu wählen;
- b) Mehrwegverpackungen, Pfandsysteme und standardisierte Transportbehälter zu nutzen;
- c) die Nutzung von PVC-Verpackungen vermeiden, weil diese karzinogene, mutagene und teratogene Effekte aufweisen, ferner sind Metalle zu vermeiden, deren Produktion energetisch anspruchsvoll ist, z. B. Aluminium;
- d) Schiff und Zugtransport dem LKW-Transport vorziehen;
- e) Transporte auf langen Strecken vermeiden.

In Strategien, welche auf Bedienungssysteme orientiert werden, gehören:

- a) Optimalisierung der Lebensdauer des Produkts
- b) Optimalisierung von Arten der Entsorgung von Produkten nach Beendigung deren Lebensdauer.

Ziele der Optimalisierung der Lebensdauer des Produkts:

- a) die technische und ästhetische Lebensdauer des Produkts verlängern, wobei es gut ist, dass die technische Lebensdauer nicht die ästhetische oder moralische übersteigt;
- b) eine einfache Wartung des Produkts durch den Verbraucher zu sichern;
- c) eine leichte Verbesserungsfähigkeit des Produkts und die Verlängerung dessen Lebensdauer zu sichern, was besonders heutzutage in einem starken Widerspruch zu der Strategie der Maximalisierung des Profits des Herstellers steht.

Die Optimalisierung von Arten der Entsorgung von Produkten wird zur Sicherung einer einfachen Verwertung des Produkts orientiert und wenn dies nicht möglich ist, dann zu dessen sicheren Entsorgung. Mit der einfachen Verwertung des Produkts hängt auch der Anspruch auf die Minimalisierung der Zahl verschiedener Materialien zusammen, welche im Produkt enthalten werden und der Anspruch auf die einfache Demontage, hauptsächlich mit dem Ziel einer einfachen Separation von verschiedenen Materialarten. Im Zusammenhang mit der sicheren Entsorgung des Produkts nach der Beendigung der Lebensdauer, sind biologisch abbaubare Stoffe sowie die Stoffe vorzuziehen, deren Verbrennung ein Minimum von

toxischen Stoffen produziert, vor allem toxischer Emissionen. Bei der Entwicklung und dem Entwurf neuer Produkte ist deswegen nötig, den Fakt zu akzeptieren, dass die ursprünglichen nicht toxischen Stoffe beim Verbrennen bei der Entstehung von hoch toxischen Stoffen interagieren, oder sich in diese Stoffe transformieren.

Der Plan der Durchführung des Ökodesign-Projekts kann in der Firma in sieben Schritten durchgeführt werden, die den traditionellen Prozess des Entwurfs von Produkten ergänzen und den traditionellen Prozess des Entwurfs von Produkten, deren Teile oder Herstellungsoperationen verbessern können.

- a) Vorbereitungsphase;
- b) Planungsphase;
- c) analytische Phase;
- d) Entwurfsphase;
- e) Auswahlphase;
- f) Produktionsphase;
- g) Bewertungsphase.

Nachfolgend sind dann die Schritte in einer bestimmten Herstellungsfirma im Absatz 6.5.7 dargestellt. Aus den angeführten Schritten können nach Bedarf nur die Etappen durchgeführt werden, welche der konkreten Situation im Betrieb und Spezifika des entworfenen oder innovierten Produkts entsprechen. Die Zeitdauer des Ökodesign-Projekts ist eine Funktion der Komplexität des Produkts und tief durchgeführter Änderungen im Produktdesign und sollte zwischen 3-12 Monaten liegen.

#### **6.5.6.1 Vorbereitungsphase**

Enthält Aktivitäten des Informations- und analytisch-synthetischen Charakters, deren Austritt die Entscheidung des Betriebs über die Einführung des Ökodesign in der Betriebspraxis sein soll. Die Unterstützung und die Verpflichtung der Firmenleitung gemeinsam mit der Motivation des Top-Firmenmanagements bildet die Grundlage des Projekterfolgs. Die Firmenleitung muss einerseits den erwarteten Benefit, andererseits die benötigten Material-, Personal- sowie Finanzquellen erwägen, welche die Projektdurchführung benötigen wird. Die Einführung des Ökodesigns im Rahmen des Projekts setzt eine Firmenübereinstimmung voraus, welche das Unternehmen im Rahmen der Umweltpolitik deklarieren kann.

#### **6.5.6.2 Planungsphase**

In dieser Etappe wird ein Rahmenziel festgelegt, eine Arbeitsgruppe zu dessen Erreichung zusammengestellt und ein Projektplan erstellt. Die Unterlage für die Festlegung des Rahmenziels ist die Auswahl des Produkts aus dem Herstellungssortiment aufgrund der Auswertung gewählter Kriterien. Die Planungsphase sollte folgende Teilschritte enthalten.

- A) **Zusammensetzung des Projektteams (Arbeitsteams).** Ein Ökodesign-Projekt benötigt die Zusammenarbeit einiger Bereiche im Unternehmen, die sich an der Entstehung oder an der Produktinnovation beteiligen. Das Projektteam muss über solche Mitarbeiter verfügen, die aus der Sicht deren unterschiedlichen Aktivitäten gegenseitige Ansichten vertreten können, z. B. die Wahl ökologisch schonender Stoffe und die Anforderung an

die Minimalisierung von Kosten. Diese "Unstimmigkeit" stimuliert das Arbeitskollektiv in der Suche nach neuen Lösungen, welche zum Schluss in der Übereinstimmung mit den am Anfang gegensätzlichen Anforderungen sein können. Die Größe des Projektteams ist von den festgelegten Projektzielen und deren Ansprüchigkeit abhängig. Nicht schlecht ist es, in das Team einen externen Mitglied und Laien in das Team einzugliedern, da auf diese Weise ein Risiko professionellen Übersehens minimalisiert werden kann.

In größeren Firmen sollen Arbeitsstellen wie Konstrukteur und Prozessingenieur für Ökodesign vorgesehen werden. Ein Konstrukteur für Ökodesign trägt die Verantwortung für die Implementierung des Ökodesign in Produkte, während der Prozessingenieur für die Kontrolle der Anwendung der Ökodesign-Methodik in der Praxis, für die Durchführung von Teilprozessen sowie für die Leitung und das Korrigieren der Projektgruppe verantwortlich ist und die Einführung des Ökodesigns in der Firma garantiert. In kleineren und mittleren Unternehmen können diese Agenda Firmenkonstrukteure übernehmen. Diese beiden Mitarbeiter müssen Mitglieder des Projektteams sein, in dem ferner wenigstens ein Mitarbeiter des Wirtschaftssektors, der Forschungs- und Entwicklungsabteilung, Produktion, Konstruktion, Logistik und Beschaffung, des Qualitätsmanagements und Marketings anwesend sein sollte. Zweckmäßig ist auch die Anwesenheit eines Mitglieds des Top-Managements der Firma, der eher formal arbeitet, dem Projekt jedoch einen offiziellen Charakter und die allseitige Unterstützung gibt. Dieser sichert auch eine vollständige Benachrichtigung in der Richtung zur Spitzenführung und zugleich eine operative Übertragung entstandener Probleme, welche außer der Kompetenz des Prozessingenieurs sind, in der Richtung zum Spitzenmanagement. Die Arbeitsgruppe sollte durch eine informelle aufbauende Aktivität und Fleiß charakteristisch sein, wovon auch der finale technische und wirtschaftliche Effekt des Projekts abgeleitet wird.

- B) Die Spezifikation von Kriterien für die Auswahl des Produkts zur Innovation (zur Einführung des Ökodesigns).** Die Kriterien sollten von der Projektgruppe mit Hilfe einer der Inventionmethoden, mit Berücksichtigung der Erfüllung environmentaler Politik, Produktionsprogramms und Produktionssortiment festgelegt werden.
- a) Das erste Kriterium sollte vor allem das Verkaufsvolumen des Produkts und den davon abgeschätzten mit dem Firmengewinn bei der Anwendung des Ökodesign erhöhten Marktpotenzial widerspiegeln, was eine vorherige präzise Marktanalyse benötigt;
  - b) Das Kriterium mit einer hohen Wichtigkeit ist die Auswirkung des gegebenen Produkts auf die Umweltqualität, die vor allem durch den Charakter von benutzten Stoffen, Hilfsstoffen, summarischem Verbrauch primärer Energie und der Beförderungsart im Laufe des Lebenszyklus des Produkts quantifiziert ist;
  - c) dieses wichtige Kriterium stellt auch das Potential der Reduzierung environmentaler Auswirkungen des Produkts dar. Zur Auswertung der Möglichkeit von environmentalen Beiträgen kann das Rad der Strategien des Ökodesign ausgenutzt werden, auf dem übersichtlich der Maß des Beitrags einzelner Produkte zur Verbesserung des environmentalen Profils dargestellt werden kann;

- d) Als Auswahlkriterien können nach Umständen auch die Kriterien einbezogen werden, welche die Durchführbarkeit des Projekts, wesentliche Senkung des Produktgewichts, Nutzung recycelter Stoffe für die Produktion, gesetzliche Anforderungen, Menge zugeteilter Finanz- und Personalquellen usw. betreffen können.

Zur Feststellung von Kriterien für die Auswahl des Produkts, bzw. einer Produktgruppe zur Einführung des Ökodesign ist es möglich, mit Vorteil neben Erfindungsmethoden auch die Methode Checklist Analysis anzuwenden.

Vor der Auswahl des Produkts für das Ökodesign bewährt sich auch eine Marketingstudie des Produktionssortiment der Firma durchzuführen, Konkurrenz zu berücksichtigen, künftige Entwicklung im jeweiligem Fach vorauszusagen, Marktsegmente und Möglichkeiten kommerzieller Verwertung betreffenden Produkts zu bewerten.

- C) Der nachstehende Schritt stellt **die Auswahl des Produkts zur Einführung des Ökodesign**, das aufgrund einer Liste vorgeschlagener quantifizierbarer Kriterien mit Hilfe einer der Erfindungsmethoden durchgeführt werden muss, oder exakter mit Hilfe einer multikriterialen Bewertung und mit Hilfe einer Gewichtigkeit, die zu jedem der Kriterien zugeteilt wird. Gewichtigkeiten für die vorgeschlagenen Kriterien werden durch das Projektteam spezifiziert, und zwar aufgrund Erfahrungen oder mit der Ausnutzung von Reihenfolge-Methoden, Punktbewertungs-Methode, Fuller-Methode des Dreiecks für paariges Vergleichen von Kriterien bzw. nach der Saaty-Methode.
- D) **Zusammenstellung des Plans und Kostenvoranschlags für das Projekt**, welches das Rahmenziel des Projekts und Etappen dessen Erfüllung in Form von klar formulierten Teilzielen enthalten muss. Für jede festgelegte Etappe müssen Anforderungen an Material-, Finanz-, und Personalquellen, konkrete Verantwortung für deren Erfüllung und Termine der Erreichung spezifiziert werden, womit es faktisch das sog. Rahmenziel des Projekts gegeben ist, das faktisch erreichbar und messbar sein muss und den Inhalt environmentaler Politik der Firma mit dem Akzent auf dessen Erfüllung mit Hilfe des Ökodesign als eines der wichtigsten Werkzeuge der Durchsetzung widerspiegeln sollte. Die Teilphasen des Plans können nach dem Charakter des Firma und des Produkts mehr oder weniger aus dem Vorgehen ausgehen, welches ein Bestandteil der vorgeschlagenen Methodik ist.
- E) Ein Bestandteil der Planungsphase sollte auch die Identifikation von **Hindernissen und Risiken** sein, welche das Haupt- sowie die Nebenziele des Projekts bedrohen können. Dazu können eine unklare Unternehmensstrategie, ungenügende Motivation der Firmenführung und betreffender Mitarbeiter, ungenügende Kenntnisse der Material-, energetischen und Finanzflüsse, ungenügende Erudition und Sachverstand, vor allem ungenügende Kenntnisse des Konstrukteurs und Prozessingenieurs, teilweise auch anderer Mitglieder des Projektteams in der Problematik des Ökodesign, Verhinderungsfälle von Mitgliedern des Projektteams wegen anderen Aufgaben, mangelnde Investitionsmittel, strenge gesetzliche Anforderungen und kurze Termine,

Abwesenheit ausreichender Kommunikation zwischen den Mitgliedern des Projektteams usw. gehören.

### 6.5.6.3 Analytischer Teil

In analytischer Phase wird aufgrund der ausführlichen Beschreibung des Produkts und der Input- Output-Analyse das environmentale Profil des Produkts bestimmt.

- A) **Detaillierte Beschreibung des Produkts** ist eine bedeutende Phase des Ökodesignprojekts und eine Basis der Festlegung des environmentalen Profils des Produkts in jedem Teil des Lebenszyklus. An dieser Stelle ist es wichtig bewusst zu werden, dass auch sehr einfache Produkte eine Reihe von Materialien enthalten können. Getrennt sind auch die nötigen energetischen Parameter, Lebensdauer usw. zu beschreiben. Die detaillierte Beschreibung des Produkts ist daher eine Voraussetzung für die Festlegung der Materialzusammensetzung, deren Kenntnis zur Zusammensetzung des environmentalen Profils nötig ist. Wenn entsprechende Bedingungen zur Zusammenstellung des environmentalen Profils solcher sophistizierten Produkte, wie CNC (Computer Numerical Control) von drei und mehrachsige Herstellungs- oder Bearbeitungsmaschinen geschaffen werden sollen, muss etwas abweichend vorgeschritten werden. Im Finalprodukt sind nötig die kleineren Grundelemente zu identifizieren. Diese müssen nachfolgend beschrieben werden, weil für diese oft getrennte Vorschriften und technische Normen gelten, welche analogisch die Einführung von Produkten auf den Markt sowie Vorschriften und Standards für das Ökodesign und Energielabel der Verbrauchsgeräte betreffen. Für die bereits erwähnte CNC-Bearbeitungsmaschine ist getrennt der Computer zur Erhaltung und den Vertrieb von Programmen, Lesegeräte, Bedienungsplatten, Interpolator, Vergleichskreise, Block der System- und flexiblen Steuerung, getrenntes Bearbeitungssystem, Messgeräte für Antriebsanlagen (Motor) usw. zu beschreiben, oder das Produkt noch ausführlicher aufzugliedern.
- B) Für das Gewinnen von Informationen über Material- und Energieflüsse **wird Input-Output-Analyse durchgeführt**. Die Bedingung für den Gewinn objektiver Daten ist die Spezifikation quantitativer Indikatoren, welche am Ein- und Ausgang jeder Phase des Lebenszyklus in denselben Einheiten ausgedrückt werden. Der Ausgang der Input-Output-Analyse, die in der Übereinstimmung mit dem Standard ISO 14040 als eine Inventarisierungsanalyse (LCI) bezeichnet wird, ist die sog. Inventarisierungstabelle, Diese enthält quantifizierte Ein- und Ausgänge zur Lebensumwelt, welche mit der Funktionseinheit aus der Sicht des gewählten Indikators, am meistens mit der Menge von CO<sub>2</sub> [kg] oder anderer Stoffe, wie Eisenerz [kg], Fenol [mg], Naturgas [m<sup>3</sup>] usw., verbunden sind. Die Eingänge stellen die Parameter dar, welche die mit dem Schutz der Quellen zusammenhängenden Probleme darstellen und Ausgänge, welche die Verunreinigung betreffen.

Für den Gewinn von Daten für Bilanzen wird folgenderweise vorgegangen:

- a) aus Buchhaltungsbelegen über den Einkauf von Werkstoffen und Verkauf von Produkten;

- b) aus Ausgabescheinen für die Werkstatt und innenbetriebliche Buchhaltung;
- c) aus Nachweisen über den Verbrauch von Werkstoffen, Hilfsmaterialien und Energien;
- d) aus Normen für die Produktion und Materialverbrauch;
- e) aus den Daten der Geräte wie: Wasser-, Stromzähler, kompakte Wärmezähler usw.;
- f) aus Daten, welche durch die Projektgruppe gemessen wurden;
- g) aus sachverständigen Abschätzungen usw.

Die Input-Output-Analyse ist ein Ausgangspunkt für die Festlegung environmentalen Profils des Produkts im Laufe jeder der Phasen dessen Lebenszyklus.

C) **Analyse environmentalen Produktprofils** im Laufe jeder der Phasen dessen Lebenszyklus ist ein hoch sophistizierter Prozess, bei dem viele verschiedene Einflüsse auf die Umwelt zu berücksichtigen sind, dazu gehören vor allem:

- a) Verminderung nicht erneuerbarer Quellen;
- b) Verbrauch mechanischer, elektrischer, chemischer, Wärme-, Kern-, Strahlungsenergie sowie Naturenergiearten, welche in energetischen Einheiten ausgedrückt werden, am meistens in MWh, GJ usw.;
- c) Verbrauch des Nutz- und Trinkwassers in m<sup>3</sup>;
- d) Nutzung der Landschaft und des Bodens in m<sup>2</sup> bebauter Fläche und die Reduktion der Biodiversität in der Region;
- e) die durch die Emission von Treibhausgasen (umfassend CO<sub>2</sub>, perfluorierte Kohlenwasserstoffe, fluorierte Kohlenwasserstoffe (PFCs) und SF<sub>6</sub>, ausgedrückt in Masseneinheiten des Äquivalents CO<sub>2</sub>) verursachte globale Erwärmung;
- f) Smogproduktion in der Folge von Emissionen weiterer Gase, besonders SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> a PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> ausgedrückt in Masseneinheiten;
- g) Senkung des Inhalts stratosphärischen Ozons infolge von Emissionen chlorierter, fluoriertes und bromierter Kohlenwasserstoffe (Freonen) NO<sub>x</sub>, Schwefelverbindung, Staubpartikel usw.;
- h) Produktion von fotooxidierender Stoffen;
- i) Produktion von festen, flüssigen, sonstiger und gefährlicher Abfälle;
- j) humane Toxizität und Ökotoxizität;
- k) Azidifikation der Luft, Boden und besonders Gewässer;
- l) Eutrophication, Austrocknen und Verschmutzung von Gewässern;
- m) Emission ionisierter und nicht ionisierter Strahlung;
- n) Entstehung des Geruchs, Lärms, Vibrationen, Abfallwärme und eine ganze Reihe von weiteren Abfällen usw.

Davon ist zu entnehmen, dass das Hauptproblem des Messens des environmentalen Produktprofils heißt, eine gemeinsame Einheit zu finden, mit deren Hilfe es möglich wäre, die Auswirkungen auf die Umwelt während der Förderung, Bearbeitung und Beförderung von Werkstoffen zur Herstellung, eigener Produktion sowie Vertrieb des Produkts in das Verkaufsnetz, bzw. zum Verbraucher, dessen Nutzung, Delaboration und Entsorgung gewonnener Materialien, auszudrücken. Es wurde seitens der Firmen

und Organisationen bei der Berechnung des environmentalen Produktprofils kritisiert, dass die verschiedenen Weisen unterschiedliche Austritte ermitteln.

Die Methoden der Messung des environmentalen Produktprofils können in zwei Kategorien klassifiziert werden:

- a) Die Messung des environmentalen Profils mit Hilfe direkter Auswirkungen, d. h. Auswirkungen, welche direkt mit dem Produkt / Organisation zusammenhängen, wie z. B. aus der Produktion stammende gefährliche Abfälle. Diese Methoden beziehen sich manchmal zu einer einzigen environmentalen Auswirkung, z. B. das Gebiet der Auswirkungen von Treibhausgasen, während die anderen den environmentalen Komplex einiger Auswirkungen enthalten, z. B. Schlüssel-Richtwerte nach dem EMAS-Protokoll.
- b) die Messung des environmentalen Profils der Organisation mit Hilfe von direkten und indirekten Auswirkungen, d. h., inkl. Auswirkungen anderer Phasen des Lebenszyklus, z. B. Förderung, Logistik, Nutzung und Beendigung der Lebensdauer. Diese Methoden beziehen sich wieder entweder auf eine einzige environmentalen Auswirkung, z. B. auf die Sphäre der Wirksamkeit des 1. Protokolls über die Treibhausgase, während die anderen mehrere environmentalen Auswirkungen, z. B. Ökomarke EU bedecken.

Die Beurteilung des environmentalen Profils konzentriert sich somit manchmal ausschließlich auf einen einzigen Indikator und die sonstigen environmentalen Indikatoren werden nicht berücksichtigt, was zu der "Verschiebung der Belastung" führt. z. B. eine neue niederenergetische Bearbeitungsmaschine kann mit Hilfe seltener oder gefährlicher Materialien hergestellt werden, was den Energieverbrauch reduzieren kann, doch auf Kosten der Erschöpfung von Quellen oder Auswirkungen am Ende der Lebensdauer der Maschine. Darum sollte die Beurteilung des gesamten Lebenszyklus berücksichtigt werden, damit die zur Verbesserung des environmentalen Profils führenden Maßnahmen aufgrund vollständiger Informationen angenommen werden können.

Die Verschiedenheit von Messungsmethodiken des environmentalen Profils und deren Unvollständigkeit kompliziert zugleich den Unternehmen mit ihren Produkten auf verschiedenen Märkten zu konkurrieren. Z. B. französische Markt fordert environmentalen Beurteilung nach der Methode (BP X30-323), in Vereinigtem Königreich wird die Norm PAS 2050, bzw. das Protokoll über Treibhausgase des World Resources Instituts (WRI GHG) bevorzugt, in Italien herrscht das anerkannte System des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks und andere Analysen, in der Schweiz gilt ein spezielles internationales System der Bewertung des environmentalen Profils, auf dem schwedischen Markt die environmentalen Erklärung über das Produkt nach der Norm ISO 14025 usw.

Es kann also festgestellt werden, dass die allgemein angenommene und wissenschaftlich belegte Definition des environmentalen Profils besteht nicht. Eine Reihe von

methodologischen Möglichkeiten wird der Entscheidung des Herstellers oder Nutzers überlassen, und deswegen sind oft nicht einmal die Ergebnisse vergleichbar, welche auf dieselbe Weise ermittelt wurden. Die Vergleichbarkeit ist jedoch eine nötige Anforderung der Ermöglichung des wirtschaftlichen Wettbewerbs auf der Basis des environmentalen Profils und Annahme entsprechender informierter Entscheidungen durch Verbraucher und Unternehmen.

Die oben angeführten Beschränkungen führen zu der Schlussfolgerung, dass bei der Bewertung des environmentalen Profils der Herstellungs- oder Bearbeitungsmaschinen die Ausnutzung der Matrix MET vorteilhaft zu sein scheint, diese Matrix ist in einer angepassten Version in der Tab. 2. dargestellt. Für die einzelnen Phasen des Produkt-Lebenszyklus kann zur Berechnung environmentalen Profils die Oil Point Methode ausgenutzt werden, die auf der Berechnung der Energie und der Relation zu der Herstellung, Transport und Entsorgung der benutzten Materialien und des eigenen Verbrauchs in den einzelnen Phasen des Lebenszyklus des Produkts basiert. Das environmental Profile jeder Phase des Lebenszyklus einer bestimmten Herstellungs- oder Bearbeitungsmaschine kann danach günstig in der Übereinstimmung mit der Matrix MET mit dem Transfer der Menge des produzierten CO<sub>2</sub> bei der Herstellung von Materialien, Transport und Energieverbrauch mit der nach Krbálova erstellten Methode im [44] Institut für Herstellungsmaschinen, Systemen und Robotik. Das Verfahren basiert in schrittweiser Durchführung nachfolgender Teilschritte:

Input-Output Life Cycle	Materialverbrauch	Energieverbrauch	Emissionen und Abfälle
Förderung der Werkstoffe, Produktion und Lieferung von Werkstoffen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nötige Werkstoffe und Teile</li> <li>• Beschaffung neuer Werkstoffe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieverbrauch bei der Rohstoffgewinnung</li> <li>• Beförderung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emissionen und Abfälle bei der Rohstoffgewinnung</li> </ul>
Produktion	<ul style="list-style-type: none"> <li>• benutzte Werkstoffe und Teile</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieverbrauch im Herstellungsprozess</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abfallmenge</li> <li>• unbrauchbarer Abfall</li> </ul>
Vertrieb an Kunden	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Massen- und Verkaufsverpackung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieverbrauch bei der Verpackung</li> <li>• Beförderung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abfälle bei der Verpackung</li> <li>• Emissionen der Beförderung</li> </ul>
Nutzung des Produkts	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Art und verbrauchte Materialmenge</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieverbrauch während der Benutzung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abfall und Emissionen bei der Benutzung des Produkts</li> </ul>
Beendigung der Lebensdauer des Produkts	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausnutzung von Roh- und Hilfsmaterialien für die Bearbeitung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieverbrauch für die Demontage und Recycling</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menge des Abfalls zum Recycling</li> <li>• Menge des Abfalls zur Lagerung, Verbrennung oder für die andere Art der Entsorgung</li> </ul>

Tab. 6.2) Matrix des MET-Materials, Energie und der Toxizität [32]

- a) Beschreibung der Maschine, deren Funktionen und vor allem sorgfältige Analyse der Materialaufbaus der Maschine und des Zubehörs ist;

- b) Durchführung der Input-Output-Analyse in jeder Phase des Maschinen-Lebenszyklus und die Feststellung der Menge von verbrauchten Werkstoffen, Hilfsstoffen, Wasser und Energie in der Übereinstimmung mit der Matrix MET [92];
- c) Anwendung der Oil Point Methode [97] zur Einschätzung der zur Herstellung einzelner Materialarten nötiger Energie und Einschätzung des Maschinen-Lebenszyklus, inkl. Energieverbrauchs in der Übereinstimmung mit der Matrix MET;
- d) Feststellung des Median-Verbrennungswerts von den Brennstoffen, die zur Herstellung der Einheitsmenge elektrischer Energie genutzt werden;
- e) Berechnung des produzierten CO<sub>2</sub>, das zur Herstellung der Einheitsmenge elektrischer Energie aus den einzelnen Brennstoffarten und -quellen nötig ist, die zur Produktion elektrischen Stroms nach Krbálova [44] genutzt werden;
- f) Umrechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen für die Herstellung der Einheitsmenge elektrischer Energie in der Relation zu den nationalen Bedingungen der Zusammensetzung der Quellen zur Produktion elektrischen Stroms nach Krbálova [44];
- g) Berechnung von CO<sub>2</sub>-Emissionen für die Herstellung nötiger Menge des Materials in den einzelnen Phasen des Lebenszyklus der Maschine [92, 97, 44], inkl. eventueller Umrechnung der CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O-Emissionen, fluorierter, bzw. perfluorierter Kohlenwasserstoffe und F<sub>6</sub> für das Äquivalent CO<sub>2</sub> [100];
- h) Berechnung von CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Relation zur Art und Entfernung der Beförderung in den einzelnen Phasen des Lebenszyklus der Maschine [92, 97, 44], inkl. eventueller Umrechnung der CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O-Emissionen, fluorierter, bzw. perfluorierter Kohlenwasserstoffe und F<sub>6</sub> für das Äquivalent CO<sub>2</sub> [100];
- i) Berechnung von gesamter CO<sub>2</sub>-Emissionen für jede der Phasen des Lebenszyklus des Produkts [97];
- j) Feststellung environmentalen Profils des Produkts in der Form von der Summe der Produktion von CO<sub>2</sub> -Emissionen mit dem Akzeptieren der oben angeführten Begrenzungen.

Mit der Rücksicht zu der Tatsache, dass die Festlegung des environmentalen Profils eine Schlüsseletappe der Bewertung der Auswirkung des Produkts auf die Lebensumwelt ist, ist dieser Schritt auf einem konkreten Fall präsentiert. Man muss sich jedoch bewusst werden, dass die Auswertung des environmentalen Profils einer komplizierten CNC Herstellungs- oder Bearbeitungsmaschine ein Prozess eines deutlich interdisziplinären Charakters heißt und ist das Ergebnis der mehrmonatigen Tätigkeit des Projektteams, dem zur Verfügung eine entsprechende Dokumentation stehen muss. Das Verfahren der Auswertung des environmentalen Profils wurde nachfolgend auf einem einfachen Beispiel einer Bohrmaschine Narex EV 13 G-2 760 W ohne Schlagvorgang in der Form des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks dargestellt, bezogen auf die Belastung der Umwelt durch CO<sub>2</sub>.

- a) Der Inhalt der Werkstoffkomponenten der Bohrmaschine beim Gesamtgewicht von 2,5 kg

- elektrischer Motor: Gewicht: 1,2 kg; Zusammensetzung: 0,6 kg unlegierter Stahl hergestellt aus 90% recycelten Stahls; 0,6 kg Kupfer hergestellt aus 30% recycelten Werkstoffs; primärer Terpolymer Akrylonitril-Butadien-Styrol-Kautschuk 0,1 kg;
  - Konstruktionsmaterial: 0,3 kg Stahl 14 260 hergestellt aus 50% recycelten Werkstoffs; Aluminium 0,2 kg hergestellt aus 50 % recycelten Werkstoffs; primäre synthetische Werkstoffe: HDPE Polyethylen 0,2 kg, Polypropylen 0,2 kg; Polyamid 0,1 kg, Butadien-Styrol-Kautschuk 0,2 kg;
  - Verpackungsmaterial: primäre Papier 0,01 kg, primäre Polyuretan 0,02 kg;
- b) aufgrund der Input-Output Analyse einzelner Phasen des Lebenszyklus wurde die Tabelle MET beurteilter Bohrmaschine Narex EV 13 G-2 erstellt;
- c) Die Matrix MET beurteilter Bohrmaschine Narex EV 13 G-2, die den Energieverbrauch in den einzelnen Phasen deren Lebenszyklus erfasst, wird in der Tab. 6.3) dargestellt;

Input-Output Analysis Lebenszyklus	Im Energieverbrauch ausgedruckte Material [MJ]	Energieverbrauch [MJ]	Emissionen und Abfälle [MJ]
Förderung der Werkstoffe, Produktion und Lieferung von Werkstoffen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• unlegierter Stahl: 13,8</li> <li>• Kupfer: 58,6</li> <li>• ABS Terpolymer: 11,3</li> <li>• Stahl 14 260:12, 8</li> <li>• Aluminium: 28,4</li> <li>• Polypropylen: 18,0</li> <li>• Butadienstyrolkautschuk: 18,0</li> <li>• HDPE Polyethylen: 16,2</li> <li>• Polyamid: 15,8</li> <li>• Gesamt: 192,9</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieverbrauch bei der Förderung und Gewinnung der Werkstoffe zur Herstellung der Bohrmaschine werden in der Spalte "im Energieverbrauch ausgedrücktes Material" einbezogen.</li> <li>• Beförderung der Werkstoffe mit dem Zug in den Herstellungsbetrieb mit der Median-Entfernung 150 km: 0,3</li> <li>• Gesamt 0,3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emissionen und Abfälle bei der Förderung und Gewinnung der Werkstoffe zur Herstellung der Maschine werden in der Spalte "im Energieverbrauch ausgedrücktes Material" einbezogen.</li> </ul>
Produktion	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herstellung des Stahlgussstücks für den Elektromotor 16,2</li> <li>• Herstellung der Kupferwicklung eines Elektromotors: 21,6</li> <li>• Gießen und die Bearbeitung der Aluminiumteile: 5,4</li> <li>• Gießen und die Bearbeitung der Stahlteile: 8,1</li> <li>• Herstellung des ABS Kautschuks 15,3</li> <li>• Formen von Polyolefinen durch die Einspritzung 10,8</li> <li>• Herstellung von Teilen aus Butadienstyrolkautschuk durch die Vulkanisierung 18,0</li> <li>• vakuumtechnisches Formen des Polyamids: 2,7</li> <li>• Metallbeschichtung: 1,8</li> <li>• Komplettierung des Produkts: 2,0</li> <li>• Summe: 101,9</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• der Energieverbrauch im Herstellungsprozess wird in der Spalte "im Energieverbrauch ausgedrücktes Material"</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recycling des Stahls mit dem Gewicht 0,1 kg: 0,9</li> <li>• Recycling des Kupfers mit dem Gewicht 50 g: 0,5</li> <li>• Recycling des Aluminiums mit dem Gewicht 15 g: 0,2</li> <li>• Recycling des Thermoplasts mit dem Gewicht 50 g: 2,3</li> <li>• Verbrennung des Thermoplasts mit dem Gewicht 50 g: 2,5</li> <li>• Deposition sonstigen Abfalls auf der Deponie in der Menge 0,1 kg: 0,0</li> <li>• Kamiontransport 0,1 kg sonstigen Abfalls auf die Deponie mit Median-Entfernung 50 km von der Stelle der Entstehung des Abfalls: weniger als 0,1</li> <li>• Summe: 6,5</li> </ul>

Vertrieb an Kunden	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verkaufsverpackung: Papier mit dem Gewicht 10 g: 0,4</li> <li>• Verkaufsverpackung: Polyurethan 20 g: 2,0</li> <li>• Serien und Verkaufsverpackung, Pappe mit dem Gewicht: 0,1 kg 4,5</li> <li>• Summe: 6,9</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kamiontransport der Bohrmaschine in die Median-Entfernung 150 km: 0,2</li> <li>• Transport des Abfalls in die Verbrennungsanlage: 0,0</li> <li>• Energieverbrauch bei der Verpackung: 0,1</li> <li>• Summe: 0,3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbrennung sonstigen Abfalls der Verpackungen der Serienverpackung: 10 g: 0,2</li> <li>• Transportemissionen wurden in der Spalte "Energieverbrauch" einbezogen</li> <li>• Summe: 0,2</li> </ul>
Nutzung des Produkts	<ul style="list-style-type: none"> <li>• das Material zur Wartung der Bohrmaschine für 15 Jahre deren Lebensdauer: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,5 kg Öl und Schmierstoffe: 22,5</li> </ul> </li> <li>• Benzin in der Menge von 0,5 l : 18,4</li> <li>• Summe: 40,9</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieverbrauch während der Nutzung in der Umrechnung in die Leistungsabnahme 760 W, Nutzung 1 h wöchentlich und Lebensdauer des Bohrmaschine 15 Jahren: 2,1</li> <li>• Summe: 2,1</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mischabfälle zur Lagerung auf der Deponie in der Menge 150 kg für 15 Jahren der Lebensdauer der Bohrmaschine: 0,0</li> <li>• Beförderung von Abfällen zur 50 km entfernter Deponie 0,1</li> <li>• Summe: 0,1</li> </ul>
Beendigung der Lebensdauer des Produkts	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausnutzung von Roh- sowie Hilfsmaterialien nach der Beendigung der Lebensdauer des Produkts in der Spalte "Emissionen und Abfälle"</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieverbrauch für die Demontage des Produkts: weniger als 0,1</li> <li>• Summe: 0,1</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recycling des Stahls mit dem Gewicht 0,9 kg: 8,1</li> <li>• Recycling des Kupfers mit dem Gewicht 0,6 kg: 5,4</li> <li>• Recycling des Aluminiums mit dem Gewicht 0,2 kg: 2,7</li> <li>• Recycling von Thermoplasten mit dem Gewicht: 0,5 kg: 22,5</li> <li>• Verbrennung von Thermoplasten mit dem Gewicht: 9,9</li> <li>• Deponie sonstigen Abfalls in der Menge 0,1 kg: 0,0</li> <li>• Kamiontransport von Abfällen zu Deponie in der Medianentfernung von 50 km 0,0</li> <li>• Gesamt: 48,6</li> </ul>

Tab. 6.3) Fortsetzung: Matrix MET Energieverbrauch nach der Oil Pint Methode

- d) Aus der Tab. 6.3) ist der Energieverbrauch in den einzelnen Phasen des Lebenszyklus der beurteilten Bohrmaschine Narex EV 13 G-2 ersichtlich und zugleich der gesamte Energieverbrauch während der Gesamtzeit deren Lebensdauer im Wert 400,8 MJ, was dem Energieverbrauch ca. 111,3 kWh entspricht;
- e) mit der Rücksicht auf die nationale Bedingungen der Produktion elektrischer Energie mit der Berechnung der Proportion einzelner Arten von Energiequellen kann der CO<sub>2</sub>-Fußabdruck berechnet werden, der zur Herstellung der Bohrmaschine Narex EV 13 G-2 für ca. 54,6 kg in der Form von Produktion CO<sub>2</sub> erzeugt wird, was zugleich deren environmentales Profil darstellt.

Es ist zu bemerken, dass in der Bewertung des Lebenszyklus, Tab. 6.3), die Entwicklungsetappe des Produkts eliminiert wurde, weil hier keine zu hohe Emissionen CO<sub>2</sub> sowie andere Treibhausgase entstehen und es zu keinen hohen energetischen Kosten kommt. Physisch kann hier ausschließlich von der elektrischen Energie gesprochen werden, welche von den Arbeitsstellen der Konstrukteure verbraucht wird, was mit der Rücksicht auf andere Lebensphasen der Maschine eine fast geringfügige Angelegenheit ist. Ungeachtet dessen ist zu erwähnen, dass die Entscheidungen, welche in dieser Phase durchgeführt werden, einen grundlegenden Einfluss auf den gesamten Lebenszyklus der Maschine haben. Eine der Möglichkeiten des Zugangs des Ökodesign ist die Kontrolle bei der Hilfe eines Bildschirmgeräts für die virtuelle Realität, eine andere Zugangsweise ist die Simulation des Energieverbrauchs während der Nutzungsphase.

- D) **Die Analyse von externen und internen Einflüssen auf das Produktdesign** liegt in der Abgrenzung von internationalen, nationalen und innenbetrieblichen Bedingungen, inkl. environmentaler Politik der Organisation, welche das environmentale Produktprofil beeinflussen. Zu den externen das Produkt-Ökodesign beeinflussenden Faktoren gehört vor allem europäische und nationale Legislative, Branchennormen, Anforderungen ausländischer sowie binnenländischer Abnehmer, Möglichkeiten des Gewinns von aus- und inländischen Sublieferungen geforderter Rohstoffe, Materialien usw. Ein Beispiel von inneren Effekten auf das Design sind Betriebsnormen, ökonomische Firmenmöglichkeiten, Beziehung des Top-Managements der Gesellschaft, Professionalität und Erudition von Mitgliedern des Projektteams, environmentale Politik des Betriebs und eine Reihe von weiteren Faktoren. Ein Teil der jeweiligen Etappe ist auch die Formulierung von Anforderungen auf die Eigenschaften des Finalprodukts, bzw. dessen Bestandteile.

#### **6.5.6.4 Entwurfphase in der Relation zur Verbesserung der Qualität environmentalen Produktprofils.**

In diesem Schritt werden Varianten zur Verbesserung des Produktökodesigns vorgeschlagen, eine Auswahl optimaler Alternative in der Relation zu dessen environmentalem Profil durchgeführt und mögliche Alternativen der Produktentwicklung oder Produktinnovation erstellt. Für die Generation von Entwürfen und für die Auswahl der besten Variante des Ökodesign beteiligen sich Mitglieder der Projektgruppe und optimal die gewählten externen Experte. Aus diesem Grund bewährt sich in dieser Phase, einen Workshop zu organisieren, um eine optimale alternative des Ökodesign zu wählen.

##### **a) Entwurf möglichen Alternativen zur Verbesserung des Ökodesign des Produkts**

Die erwähnte Alternative liegt im Vorschlag von Alternativen mit der Ausnutzung einer der Erfindungsmethoden mit dem Ziel, die Qualität der Maschinenkonstruktion zu erhöhen und zugleich deren negative Auswirkung auf die Umwelt zu minimalisieren. Es geht um eine schöpferische Phase, welche für den Projekterfolg am wichtigsten ist. Die Varianten vorgeschlagener Lösungen entstehen in einem Bildungsprozess aus Ideen und Vorschlägen von Mitgliedern des Projektteams und diese sind von ihrer Professionalität, Erudition, Invention, Motivation sowie Stimulierung abhängig. Die Zahl

vorgeschlagener Alternativen ist nicht begrenzt. Die Erfahrungen zeigen, dass die Effizienz gewählter Lösung mit der Zahl erzeugter Varianten wächst. Es ist vorteilhaft, dass auf der Generierung von Varianten auch externe Sachverständigen partizipieren.

- b) **Die Auswahl optimaler Variante des Ökodesign des Produkts** wird **am meistens** durch die Anwendung der multikriterialer Bewertung, deren Anwendung in der Phase der Auswahl optimaler Variante des Produktdesign demonstriert wird, wann neben dem environmentalen Kriterium auch die anderen Kriterien berücksichtigt werden.
- c) **Die Erstellung von Entwürfen für die Innovation des Produkts** heißt in diesem Schritt vor allem auf die Minimalisierung der Belastung der Umwelt mit der Ausnutzung der optimalen Variante des Produktdesign.

#### **6.5.6.5 Auswahlphase in der Relation zur Verbesserung der Qualität environmentalen Produktprofils.**

Bei dem Entwurf der neuen Konzeption des Produkts, bzw. Innovationen dessen Konstruktion geht es nicht nur um die Ausnutzung von neuen, gegenüber der Lebensumwelt schonender Materialien und energetisch sparsamerer Lösungen, sondern, es muss die gesamte Maschinenkonzeption, Verteilung einzelner Elemente, deren gegenseitige Beeinflussung usw. beurteilt werden. Die Folge der Verbesserung des environmentalen Profils der Herstellungs- oder Bearbeitungsmaschine kann eine positive oder negative Änderung von anderen bedeutenden Maschinenparametern sein. Die Auswahl einer optimalen Variante aus vier generierter Alternativen  $v_1, v_2, v_3$  a  $v_4$  zur Verbesserung der Qualität environmentalen Profils wird wieder auf dem Beispiel der Bohrmaschine mit der Ausnutzung der multikriterialen Bewertung präsentiert.

Die Verbesserung environmentalen Produktprofils, welche als das Kriterium  $k_1$  beurteilt wird, soll sich in der Veränderung der Produktqualität in Form des Kriteriums  $k_2$  (schließt zugleich auch die Funktionsfähigkeit, Verlässlichkeit, Haltbarkeit, Einfachheit der Wartung und Reparatur), Preises (Kriterium der Wirtschaftlichkeit  $k_3$ ), der Sicherheit (Kriterium  $k_4$ ), Ergonomie (Kriterium  $k_5$ ), Durchführbarkeit (Kriterium  $k_6$ ) und Ästhetik (Kriterium  $k_7$ ) widerspiegeln. Bzw. können auch andere Kriterien beurteilt und bewertet werden.

Zuerst ist die Gewichtigkeit  $w_j$  den gewählten Kriterien  $k_j$  zuzuordnen, wo  $j \in N$  und das Symbol  $N$  die Menge aller natürlichen Zahlen präsentiert. Die Zuordnung der Gewichtigkeit  $w_j$  kann auf viele Arten und Weisen durchgeführt werden, zu denen auch die experte Abschätzung gehört. In diesem Fall wurde die Punktbewertungsmethode gewählt, auf der die Partizipation von fünf Experten des Projektteams und eines Laien mit dem Ziel der Minimalisierung von professionellen Übersehen vorgenommen wurde. Der Vorgang der Zuordnung der Gewichtungswerte  $w_j$  zu den einzelnen Kriterien  $k_j$  mit der Punktbewertungsmethode im Intervall  $I \in \langle 1; 10 \rangle \cap I \in N$ , ist aus Tab. 6.4) ersichtlich. Tab. 6.4) ist gleichzeitig mit Summen der Punktbewertungen  $S_j$  von jedem der Beurteiler des  $j$ -ten Kriteriums ergänzt. Gewichtungen  $w_j$  jedes der Kriterien wurden nach der Beziehung (13) berechnet, wobei  $S$  die Summe aller Punktbewertungssummen heißt  $S_j$  a  $r \in$  und  $N$  ist die Zahl der bewerteten Kriterien.

$$w_j = S_j \times S^{-1} \cap S = \sum_{j=1}^r S_j \cap \sum_{j=1}^r w_j = 1 \quad (13)$$

Auswerter	Kriterium $k_j$						
	$k_1$	$k_2$	$k_3$	$k_4$	$k_5$	$k_6$	$k_7$
$h_1$	9	7	7	9	7	8	5
$h_2$	8	9	6	8	7	7	8
$h_3$	9	8	8	9	8	9	6
$h_4$	8	9	6	8	7	8	8
$h_5$	8	8	5	9	8	9	9
$h_6$ - Laie	5	10	9	9	5	6	3
Summe $S_j$	47	51	40	52	42	47	39
Gewichtungen $w_j$	0,15	0,16	0,13	0,16	0,13	0,15	0,12

Tab. 6.4) Bewertung der Bedeutung von Kriterien durch fünf Experten und einem Laien

Das environmentale Kriterium  $k_1$  wurde mit Hilfe environmentalen Produktprofils in Form von erzeugten Menge CO<sub>2</sub> [kg], das Kriterium der Wirtschaftlichkeit  $k_3$  mit Hilfe des Produktpreises [CZK] und das Kriterium der Sicherheit  $k_4$  wurde mit Hilfe der eingeschätzter Frequenz von Unfällen im Jahr [rok<sup>-1</sup>] bewertet. Andere Kriterien  $k_2$ ,  $k_5$ ,  $k_6$  und  $k_7$  sind subjektiv in einem Punktbewertungsintervall  $I \in \langle 1; 10 \rangle \cap I \in N$  bewertet, wobei mit dem sich erhöhendem zugeteiltem Wert der Kriterien erhöht sich auch die Qualität. Die jedem der Kriterien zugeteilte Werte  $k_j$  für die einzelnen Varianten  $v_i$ , wo  $i \in N$ , wurden in die Matrix angeordnet  $Y$  gegeben durch die Beziehung (14), in der die Spalten den  $k_j$ -Kriterien und Zeilen den  $v_i$ -Varianten entsprechen.

$$Y = \begin{pmatrix} 54,6 & 7 & 3\ 639 & 3 \times 10^{-4} & 9 & 10 & 4 \\ 72,4 & 10 & 3\ 113 & 4 \times 10^{-4} & 8 & 6 & 9 \\ 44,9 & 4 & 4\ 624 & 10^{-4} & 5 & 9 & 7 \\ 50,0 & 8 & 4\ 007 & 6 \times 10^{-4} & 8 & 5 & 8 \end{pmatrix} \quad (14)$$

Es ist sichtbar, dass in der  $Y$ -Matrix Kriterien  $k_2$ ,  $k_5$ ,  $k_6$ ,  $k_7$  Maximierungskriterien und  $k_1$ ,  $k_3$ ,  $k_4$  Minimalisierungskriterien erscheinen. Alle Kriterien sind in denselben Typ zu übertragen, und zwar in den Maximierungs- oder Minimierungstyp. Gewählt wurde die Transformationsweise von Kriterien in den Maximierungstyp, in dem Elemente  $y_{ii}^T$  jedes der  $k_j$  Kriterien mit dem höchsten Wert die Lösungspriorität haben. Die Transformation wurde nach der Gleichung (3) durchgeführt, wobei das Ergebnis eine transformierte Matrix  $Y^T$ , Beziehung (15) ist.

$$Y^T = \begin{pmatrix} 17,8 & 7 & 985 & 3 \times 10^{-4} & 9 & 10 & 4 \\ 0,0 & 10 & 1\ 511 & 2 \times 10^{-4} & 8 & 6 & 9 \\ 27,5 & 4 & 0,0 & 5 \times 10^{-4} & 5 & 9 & 7 \\ 22,4 & 8 & 617 & 0,0 & 8 & 5 & 8 \end{pmatrix} \quad (15)$$

Im nächsten Schritt ist die ideale Variante  $h$  auszudrücken, welche mit der Beziehung (16) dargestellt wird und basale Variante  $b$  auszudrücken, die mit der Beziehung (17) gegeben ist:

$$h = (27,5; 10,0; 1\,511; 5 \times 10^{-4}; 9,0; 10,0; 9,0) \quad (16)$$

$$b = (0,0; 4,0; 0,0; 0,0; 5,0; 5,0; 4,0) \quad (17)$$

Es folgt die Berechnung von  $z_{i,j}$  Elementen normalisierter Matrix  $Z$  die mit der Beziehung (18) gegeben ist, mit der Ausnutzung basaler,  $b_j$  und idealer  $h_j$  Variante und des entsprechenden Elements  $y_{j,i}^T$  transformierter Matrix  $Y^T$  in der Übereinstimmung mit der Gleichung (9):

$$Z = \begin{pmatrix} 0,647 & 0,5 & 0,652 & 0,6 & 1,0 & 1,0 & 0,0 \\ 0,0 & 1,0 & 1,0 & 0,4 & 0,75 & 0,2 & 1,0 \\ 1,0 & 0,0 & 0,0 & 1,0 & 0,0 & 0,8 & 0,6 \\ 0,815 & 0,667 & 0,408 & 0,0 & 0,75 & 0,0 & 0,8 \end{pmatrix} \quad (18)$$

Mit der Ausnutzung von Kenntnissen der Wichtigkeiten  $w_j$  einzelner Kriterien  $k_j$  und Elementen  $z_{i,j}$  normalisierten Matrix  $Z$  wird der Wert der gewichteten Summe  $u(v_i)$  für die einzelnen Varianten  $v_i$  des Ökodesign nach der Gleichung (11) berechnet. Prioritätsaufwendung hat die Variante  $v_i$  mit dem maximalen Wert gewichteter Summe  $u(v_i)$ , weil Maximierungskriterien angewendet wurden. Die einzelnen Werte gewichteter Summen  $u(v_i)$  wurden mit den Gleichungen (20) - (23) berechnet.

$$u(v_1) = 0,15 \times 0,647 + 0,16 \times 0,5 + 0,13 \times 0,652 + 0,16 \times 0,6 + 0,13 + 0,15 \approx 0,638 \quad (19)$$

$$u(v_2) = 0,16 + 0,13 + 0,16 \times 0,4 + 0,13 \times 0,75 + 0,15 \times 0,2 + 0,12 \approx 0,602 \quad (20)$$

$$u(v_3) = 0,15 + 0,16 + 0,15 \times 0,8 + 0,12 \times 0,6 = 0,502 \quad (21)$$

$$u(v_4) = 0,15 \times 0,815 + 0,16 \times 0,667 + 0,13 \times 0,408 + 0,13 \times 0,75 + 0,12 \times 0,8 \approx 0,476 \quad (22)$$

Weil die  $Z$ -Matrix eine Minimalisierungsmatrix ist und zugleich die Beziehung (23) gilt, kann festgestellt werden, dass das optimale Ökodesign die Variante darstellt  $v_1$ , die in die Produktion eingeführt sein sollte.

$$u(v_1) > u(v_2) > u(v_3) > u(v_4) \quad (23)$$

### 6.5.6.6 Herstellungsphase

In diesem Stadium wird interne und externe Propagation des Designs durchgeführt und die zur Herstellung nötige Dokumentation vorbereitet.

A) Interne und externe Propagation des neuen Produktdesigns. In dieser Phase gilt der Grundsatz, dass die interne Propagation der externen Propagation und Werbung vorausgehen sollte. Die interne Propagation des neuen Produktdesign ermöglicht dem Top-Management und dem Projektteam den Sinn, Bedeutung, Funktionieren und Implementierung des Ökodesign zu erklären, welches der Firma ermöglicht, mit ihrem Produkt einen festen Platz auf dem Markt zu halten. Bei diesen Bedingungen und bei der qualitätsvollen

Geschäftsstrategie hat die Firma die Voraussetzungen für die Erhöhung des Profits, Senkung von Risiken und damit sekundär Voraussetzungen für die Stärkung von Sicherheiten gebildet. Die Mitarbeiter müssen sich bewusst werden, dass die Firma in jeweiliger Konkurrenzumwelt nicht nur auf Kundenanforderungen warten kann, sondern sie muss auf den Markt neue Produkte einführen muss, welche die offenen sowie verborgenen Kundenbedürfnisse befriedigt, in denen eine immer stärkere Rolle environmentale Parameter des Produkts spielen, besonders dessen Einfluss auf die Gesundheit und Lebensumwelt.

Ausgänge eines solchen Dialogs können als Basis zur Motivation von Mitarbeitern und zum Gewinnen ihrer Unterstützung und Zusammenarbeit beim Erreichen des festgesetzten Ziels dienen. Die interne Propagation ermöglicht die Mitarbeiter mit den Prinzipien und Form der Ökodesign-Durchführung bekannt zu machen, sowohl bei der Änderung der Konstruktion jeweiligen Produkts, als auch bei der Entwicklung einer ganz neuen Produktkonzeption. Die interne Propagation des Produktdesign kann auf mehrere Weisen gemacht werden, wovon zu den meist benutzten folgende gehören:

- a) an Mitarbeiter kurze Beschreibung, Grundsätze, Prinzipien und hauptsächlich die Beiträge des neuen Design verschicken, optimal mit der Applikation zum jeweiligen Produkt;
- b) in interner Firmenzeitschrift oder -zeitung die oben angeführten Ökodesign-Charakteristiken gemeinsam mit einem Artikel über den organisatorischen Zugang publizieren;
- c) zur Propagation des Ökodesign die Firmenwandzeitung und Rundfunk ausnutzen;
- d) das erwähnte Thema mit dem Akzent auf die Beiträge des Produktökodesigns für die Firma sowie deren Mitarbeiter ins Programm der Arbeitsbesprechungen aller Niveaus einordnen;
- e) diese Problematik des Ökodesign in Eingangsschulungen neuer Mitarbeiter usw. eingliedern.

Zur externen Propagation erscheint als geeignet, eine Broschüre zu erstellen, welche die Dokumentation zum Ökodesign jeweiligen Produkts enthält und diese den interessierten Gruppen zu senden, vor allem potentialen Abnehmern, welche die Kommerzanzüge, Werbung in Massenmedien usw. nutzen. In diesem Schritt bewährt sich auch, die Konzeption der Handels- und Herstellungspolitik der Firma im Bezug zum jeweiligen Produkt wiederholt zu überprüfen, welche alle Aktivitäten und Kommerzdienste umfasst, inkl. Werbung, Verpackung und des Verkaufs allein, welche mit der Beförderung des Produkts von der Firma zum Kunden verbunden sind.

B) Vorbereitung der Produktion liegt in der Überprüfung und der Ausschöpfung bestehender Möglichkeiten zur Herstellung zuerst der einen oder mehrerer Varianten von Prototypen, die zur Herstellung des Produkts mit geänderter Konstruktion oder bei einer ganz neuen Produktkonzeption in Betracht genommen werden können. Die gewonnenen Prototypen werden wieder unter allen Aspekten ausgewertet. Für die Herstellung von Prototypen und dem nachfolgend gewählten Finalprodukt zur Herstellung ist es nötig, in der Zeitachse einen rigorosen Plan der Durchführung von konkreten Maßnahmen zu erstellen, welche technisch und wirtschaftlich annehmbar sind und die wirkliche Füllung angenommener Pläne durchsetzen. Der Plan sollte folgende Punkte enthalten:

- a) die Liste von vorgeschlagenen Herstellungsphasen und der vorgeschlagenen Durchführungsfrist für die festgelegten Etappen;
- b) Plan der Menge und die Weise der Sicherung von Finanz-, Material und Personalquellen, welche zur Durchführung jeder der vorgeschlagenen Etappen der Herstellung nötig sind;
- c) Verteilung der Verantwortung für die Durchführung jeder einzelnen Planphase;
- d) Ablauf der Schulung von Mitarbeitern, die sich an der Herstellung beteiligen werden;
- e) das Programm der Auswertung und Dokumentation der Beiträge des Produkts mit der geänderten Konstruktion oder der neuen Konzeption.

Größere Herstellungsgesellschaften, meistens mit der Mitarbeiterzahl mehr als 30 verfügen für die Bewältigung der Anforderungen der Herstellungsvorbereitung mit modularen Betriebssystemen Enterprise Resource Planning (Systeme für die Planung von Betriebsquellen, ERP). Es wurde bereits ein Standard, dass die meisten Systeme der Planung und Steuerung der Produktion, Module technischer Vorbereitung der Herstellung (TPV) inkorporiert haben, welche die Konstruktions- und technologische Herstellungsvorbereitung bedienen können. Der Inhalt dieser Module ist aus der Sicht der Qualität des Ausgangs der Vorfertigungsetappe entscheidend, der die Basis für die Planung und Produktionssteuerung ist. Das ERP-System, das effektiv die Herstellungsbetriebe mit der eigenen Konstruktions- und technologischer Abteilung bedienen soll, sollten aus der Sicht von TPV Modulen folgende Funktionalität wie folgt enthalten:

- a) Anknüpfung an Computer Aided Design (mit Computer unterstützter Entwurfsprozess, CAD) und Computer Aided Manufacturing (mit Computer unterstützte Produktion, CAM) Systeme;
- b) Ausfertigung der Stückliste;
- c) Ausfertigung von Herstellungsvorgängen;
- d) Änderungsverfahren;
- e) Vorfertigungsberechnung.

Technische Produktionsvorbereitung, in die Konstruktions- und technologische Vorbereitung einbezogen wird, befindet sich am Anfang des Herstellungsprozesses. Eine erhöhte Aufmerksamkeit ist der technischen Produktionsvorbereitung deswegen zu widmen, weil in den Vorfertigungsetappen bis zu 80 % der Produktionskosten beeinflusst werden können.

### 6.5.6.7 Bewertungsetappe

Die Bewertungsetappe besteht in Abhängigkeit von konkreter Situation in der Firma und Spezifikationen des vorgeschlagenen oder innovierten Produkts aus folgender Phasen:

- A) **Bewertung von Ergebnissen der Realisation des Produkts mit dem neuen Ökodesign** erfolgt in der Übereinstimmung mit der Dokumentation, welche in der Produktionsvorbereitung bewilligt wurde. Als ein Beispiel der Bewertung der Ergebnisse des neuen Ökodesign der Bohrmaschine Narex EV 13 G-2 760W kann die Tab. 6.5) dienen. Der Komplex von Ökodesign-Strategien, sowie analogisch die Ergebnisse in der Tab. 6.5), beanspruchen keinen Anspruch an die Vollständigkeit und hat nur eine Musterfunktion. Es wird empfohlen, die Austritte der Bewertung im Abschlussbericht zu summarisieren.
- B) **Bewertung der Ergebnisse des Gesamtprojekts.** Nach einiger Zeit der Produktion und des Verkaufs des Produkts mit dem neuen Ökodesign, meistens nach einem halben bis einem Jahr, wird das Projekt in vollem Komplex beurteilt. Die Auswertung des Projekts wird üblich auf das Niveau folgender erreichter Beiträge konzentriert, bzw. auf dessen Vorteile.
- a) zu den wirtschaftlichen Beiträgen gehören:
- Senkung von Produktionskosten;
  - Senkung von Betriebskosten des Produkts;
  - Effektivierung des Produktionssystems;
  - Gewinnung des Konkurrenzvorteils;
  - Erhöhung des Nutzwerts des Produkts für den Kunden;
  - Verbesserung des environmentalen Unternehmensprofils; dessen Image, Reputation und Goodwills;
  - Erhöhung der Interesse von Abnehmern usw.

Ökodesignstrategie	Ergebnisse
Benutzung environmental sparsamer Materialien	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erhöhung des Anteils des wiederverwertbaren Stahls im Elektromotor auf mehr als 90 %.</li> <li>• Erhöhung wiederverwertbaren Kupfers auf mehr als 30 %;</li> <li>• Erhöhung des Anteils des wiederverwertbaren auf mehr als 50 %;</li> <li>• Ersatz des Polyamids HDPE durch Polyethylen;</li> <li>• Erhöhung des Anteils wiederverwertbarer Thermoplaste bei der Produktion.</li> </ul>
Design mit der Anwendung sauberer Produktion	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elimination des Verbrauchs der Oberflächenbearbeitung;</li> <li>• Beschränkung des Verbrauchs von toxischen Klebstoffen und Lösungsmitteln;</li> </ul>
Das auf die Minimalisierung des Stromverbrauchs orientiertes Design;	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Nutzung Elektromotors mit höherer Wirksamkeit der Klasse IE2 (50 Hz) [101], die mit der Beziehung mechanischer Leistung auf der Welle und mit elektrischer Stromaufnahme auf Klemmen der Ständerwicklung, Senkung von Eisenverlusten, in der Ankerwicklung, in der Statorwicklung, Verlusten durch die Reibung usw. gegeben ist.</li> <li>• die Wahl qualitätsvoller Werkstoffe für die Elektromotorherstellung;</li> <li>• kleinerer Maß der Luftspalte zwischen dem Rotor und dem Ständer, welche allgemein die Wirksamkeit sowie den Leistungsfaktor senken;</li> </ul>
Das auf die Minimalisierung der Abfallmenge sowie auf den Materialaufwand orientiertes Design;	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Senkung des Gewichts der Bohrmaschine auf weniger als 2,5 kg;</li> <li>• kleineres Gewicht des Produkts erhöht die Effektivität des Vertriebs;</li> <li>• Nutzung neuer Technologien für die Verarbeitung von Thermoplasten;</li> <li>• Reduzierung des Gewichts des Verpackungsmaterials;</li> </ul>
Das auf die Produktrenovierung gezieltes Design;	<ul style="list-style-type: none"> <li>• einfache Demontage mit dem Ziel einfacher Reparatur und Wartung;</li> <li>• einfache Demontage und der Wechsel einiger Bestandteile, z.B. des beschädigten Zuführungskabels und Halters.</li> </ul>
Das die Ansprüche auf die gesunde Arbeitsumwelt erfüllende Design	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Senkung des Gewichts der Bohrmaschine mit dem Ziel einer einfachen Manipulation;</li> <li>• Senkung der Lärmintensität des Elektromotors;</li> <li>• Senkung des Verbrauchs von toxischen Klebstoffen und Lösungsmitteln im Laufe der Herstellung und der Wartung der Bohrmaschine, was zur Minimalisierung toxischer Emissionen führt;</li> <li>• Erhöhung der Qualität ergonomischer Parameter der Bohrmaschine;</li> </ul>
Das auf die Erhöhung der Produktlebensdauer gezieltes Design;	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erreichung einer hohen Zuverlässigkeit des Produkts und die Erhöhung der Garantiezeit;</li> <li>• Nutzung von dauerhafter Werkstoffen;</li> </ul>
Das auf die einfache Wiederverwertung orientierte Design	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bezeichnung von Kunststoffteilen mit dem Ziel deren einfacher Materialidentifikation;</li> <li>• Minimalisierung der Zahl von genutzter Materialien im Produkt;</li> <li>• gezielte Ausnutzung von energetisch sowie die Materialienquellen schonenden wiederverwertbaren Materialien;</li> </ul>
Das auf das einfachere Auseinandernehmen orientiertes Design;	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Senkung der Zahl von Bestandteilen;</li> <li>• Simplifikation der Demontage von Teilen ohne zu komplizierte Werkzeuge zu benutzen;</li> </ul>

Tab. 6.5) Bewertung der Ergebnisse der Anwendung der Bohrmaschine mit dem neuen Ökodesign

- b) environmentale Beiträge, welche einige Beiträge aus der Gruppe der Senkung der Auswirkung des Produkts auf die Lebensumwelt enthalten, die bei der Geltendmachung des Prozesses des Ökodesigns im Absatz 6.5.3 präsentiert wurden.
- c) Aufzählung der meisten üblichen Marketingvorteilen:
- Zurverfügungstellung von Informationen dem Kunden über das Produkt und dessen Auswirkungen auf die Lebensumwelt;
  - Inkorporation der Bedürfnisse und Anforderungen des Kunden in die Entwicklung des Produkts;
  - Entwicklung von innovierten zur Lebensumwelt schonenden Produkte;
  - Verstärkung der Image, Reputation und Goodvills der Gesellschaft, welche auf deren Beziehung zur Lebensumwelt basieren usw.
- d) Betriebsvorteile, welche folgende Gebiete bedecken:
- Prävention von Problemen auf dem Gebiet der Lebensumwelt, Gesundheit und Arbeitssicherheit;
  - Mitigation künftiger Risiken, welche mit der Verantwortung zum Produkt zusammenhängen;
  - Erfolgreiche Erfüllung von Anforderungen environmentaler Legislative und Standards;
  - Verbesserung von Beziehungen mit environmentaler Inspektion, regionalen öffentlichen Institutionen;
  - Verstärkung der Beziehungen mit Finanz- und Versicherungsinstitutionen;
  - Erhöhung der Verantwortung und die Verstärkung der Zusammenarbeit der Mitarbeiter in der Gesellschaft;
  - Verbesserung der Qualität der Kommunikation im Rahmen des Betriebs, mit Lieferanten, Kunden usw.;
- e) eventuelle Benefits in anderen Sphären, z.B. Operations-, Organisationssphäre usw.
- Es bewährt sich, die gewonnenen Ausgänge und Erfahrungen im Abschlussbericht nach den bereits oben präsentierten Sphären der Beiträge zusammenzufassen.

C) **Bildung des Ökodesign-Programms.** Der Prozess der Anwendung des Ökodesign im Herstellungsprogramm der Firma fängt meistens mit der Anwendung der Grundsätze des Ökodesign bei singulären Produktbestandteilen, einzelner Herstellungsoperationen an, und setzt beim Produkt als einer Gesamtheit fort. Die gewonnenen Kenntnisse und Erfahrungen in der Anfangsperiode der Implementierung des Ökodesign können bei größeren Gesellschaften im Finalstadium zur Erstellung eines "Arbeitsplans des Ökodesigns" für mehrjährige, meistens für einen drei- bis fünfjährigen Zeitraum führen, und im Rahmen dieses Plans kann der Prozess bis zur Entwicklung einer neuen Generation von Produkten in der Übereinstimmung mit europäischen Legislative [102] entstehen.

### **6.5.7 Prozesseinführung im Bereich des Ekodesign**

Einarbeitung der Prozessen im Bereich des Ekodesign in einer bestimmten  
Herstellungsfirma:

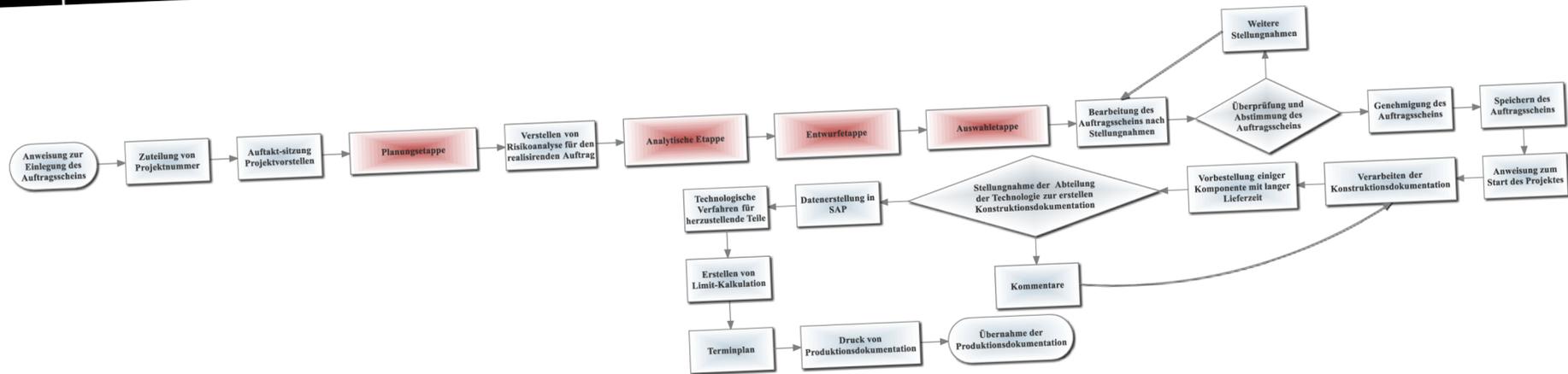


Abb. 6.18) Entwurf der Prozessverbesserung-Ecodesign, Teil 1



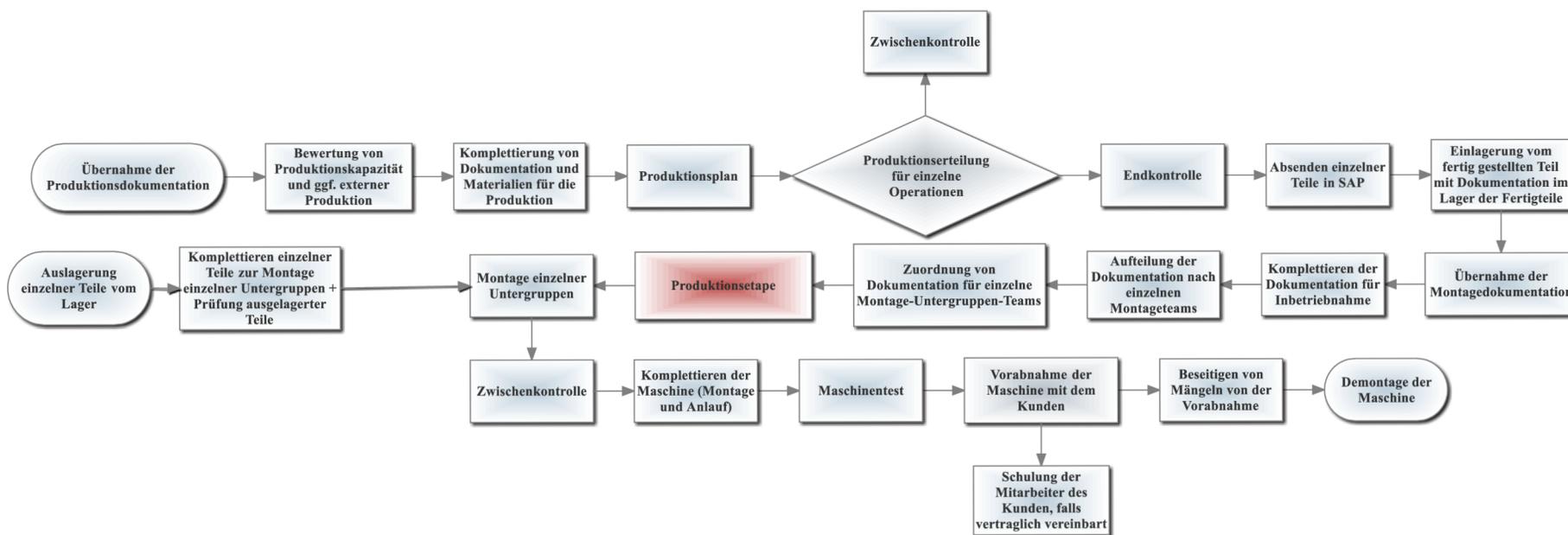


Abb. 6.19) Entwurf der Prozessverbesserung-Ekodesign, Teil 2



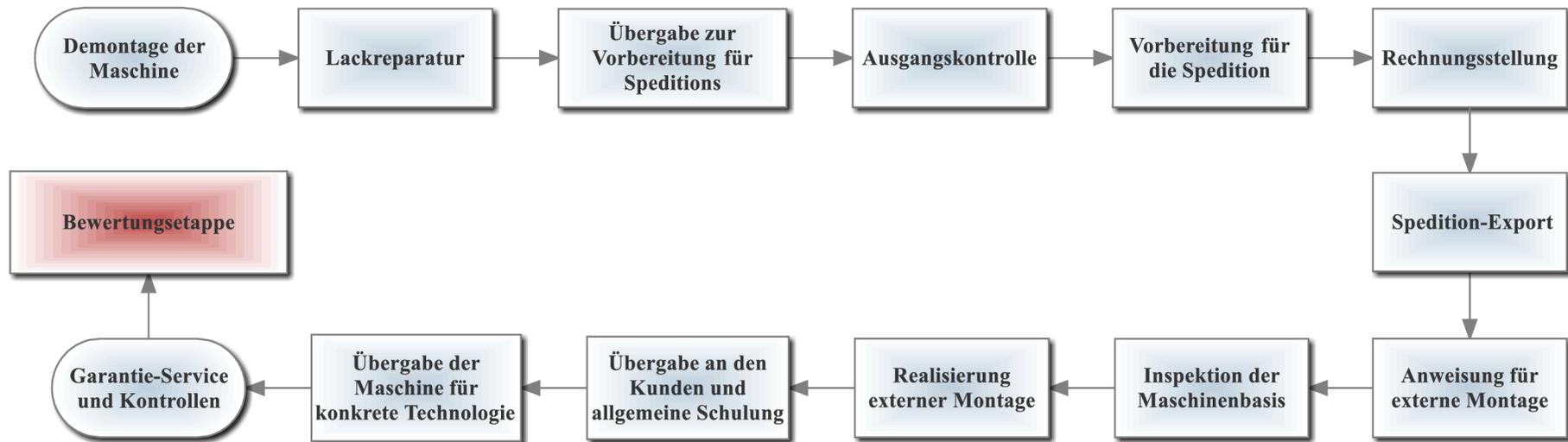


Abb. 6.20) Entwurf der Prozessverbesserung-Ecodesign, Teil 3



## 7 ENTWURF VON RICHTLINIEN UND INSTRUKTIONEN FÜR AUSGEWÄHLTE PROZESSE

Der Zweck der internen Richtlinie und Instruktion ist es, Prozesse in der Firma zu systematisieren und zu erleichtern. Der Zweck der internen Richtlinien und Instruktionen für die Entwicklung von sicheren Maschinen ist es, den einzelnen Mitarbeitern Anweisungen für die Vorgehensweise zur Erfüllung der einzelnen Anforderungen zu erteilen, die jede Maschine erfüllen muss, um den erforderlichen Maß an Sicherheit zu erfüllen. In welcher Art und Weise die interne Richtlinie innerhalb der Firma funktioniert, demonstriert die Abb. 7.1.

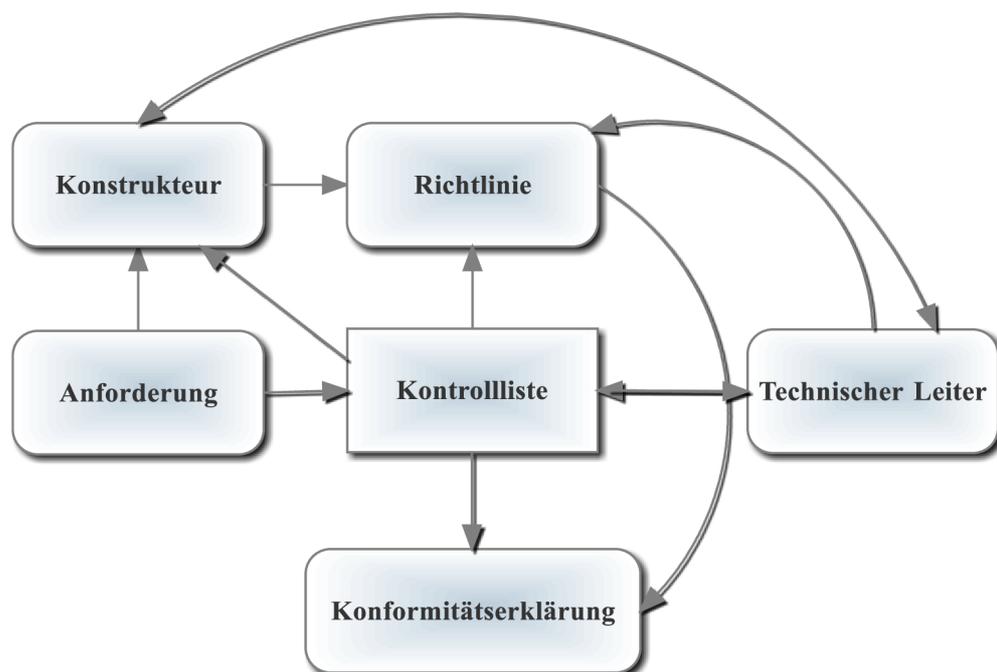


Abb. 7.1) Stellung der Richtlinien in der Firma

An den Konstrukteur werden Forderungen und zugleich die Verpflichtung gestellt die Checkliste zu respektieren. Der Konstrukteur wählt die entsprechende Richtlinie und Instruktion und geht dementsprechend vor. Der technische Leiter trägt die Verantwortung für die Checkliste, die er nach Bedarf ändert und auf der Grundlage von Erfüllung der Punkte in der Checkliste wird die Konformitätserklärung ausgestellt. Der technische Leiter kann weiterhin die Richtlinie und Instruktion beeinflussen und mit dem Konstrukteur zu kommunizieren, sowie der Konstrukteur mit dem technischen Leiter.

Entwurf von zwei Richtlinien:

**Richtlinie der Implementierung von Sicherheitsanforderungen für die Konstruktionsabteilung,** und

**Richtlinie des Ökodesigns für die Planungsetappe,** befinden sich im Anhang 1 und 3.

Entwurf von zwei Instruktionen:

**Instruktion für Subprozess der Implementierung von Sicherheitsanforderungen für die Konstruktionsabteilung, und**

**Instruktion des Ökodesigns für die Planungsetappe, befinden sich im Anhang 2 und 4.**

## 8 ABSCHLUSS

Diese Diplomarbeit stellt einen Blick auf die aktuelle Situation des Ökodesigns und der Maschinensicherheit im Rechercheil und im praktischen Teil die Beschreibung und den Entwurf der Implementierung von Maschinensicherheit und Ökodesign durch Prozessansatz dar.

Das erste Ziel war den Stand der Wissenschaft und Technik auf dem Gebiet der Prozesssteuerung zu beschreiben, Kapitel 1. Eine bedeutende Persönlichkeit der Anfänge der Prozesssteuerung war Frederick Taylor, der 4 Tylors Prinzipien festlegte, auf deren Basis er seine Haltung zur Produktivität aufbaute, und sah den Arbeiter als einen Mensch unter Berücksichtigung der Arbeitssicherheit. Meilensteine im Bereich der Prozesssteuerung waren dann die Methoden TQM, Six Sigma, die Entstehung der ISO-Organisation und Kaizen Konzept. Weitere bedeutende Konzepte waren BPR, ERP, CRM und BPMS.

Derzeit konzentriert sich die Aufmerksamkeit im Bereich des Prozessmanagements auf den Übergang von klassischer funktionaler Steuerung zur prozessualer. Untersuchungen im Bereich des Prozessmanagements, die über eine dynamische Entwicklung im Bereich des Prozessmanagements berichten würden, sind nicht aktuell. In der Tschechischen Republik gibt es wichtige Untersuchungen von Dz. Řepa und seines Teams von 2005 und 2008, die die aktuelle Situation im Unternehmen darstellen. In der Welt sind es dann wichtige Untersuchungen der Gesellschaft PricewaterhouseCoopers von 2003, und insbesondere die Untersuchung von 2005. Die untersuchte den Reifegrad nach dem CMM-Modell. Die Nullstufe nichtvorhandener Prozesse wurde bei einem Prozent der Unternehmen festgestellt, die erste Reifestufe bei dreizehn Prozent der Unternehmen. Die zweite Stufe erreichten dann dreißig Prozent der Unternehmen, sowie die dritte Stufe. Auf der vierten Stufe gab es sechzehn Prozent und auf der fünften acht.

Das zweite Ziel war die Beschreibung des Lebenszyklus der Bearbeitungsmaschine, Kapitel 2. Der gliedert sich in drei Teile (Fertigung, Verwendung und Entsorgung) mit einem Schwerpunkt auf die Fertigung der Maschine im Rahmen des 3. Ziels der Diplomarbeit (Analyse der Entwicklungsprozesse der Bearbeitungsmaschine). Die Fertigungsphase kann man in vier weitere Teile unterteilen (Planung, Entwicklung, Realisierung, Vertrieb). Im Teil der Entwicklung der Bearbeitungsmaschine wird ein Gestaltungsprozess einschließlich der Beschreibung verschiedener Konstruktionsmethoden, insbesondere dann die Methodik Versuch-Irrtum und Qualitätsmethoden DfQ und QFD beschrieben.

Der Erste Teil des 4. Ziels der Diplomarbeit war die Zusammenfassung von gesetzlichen Anforderungen an die Maschinensicherheit, Kapitel 3. Zu den wichtigsten Rechtsvorschriften gehören die Verordnung (EG) Nr. 765/2008 über die Vorschriften für die Akkreditierung und Marktüberwachung im Zusammenhang mit der Vermarktung von Produkten und der Beschluss Nr. 768/2008/EG über einen gemeinsamen Rechtsrahmen für die Vermarktung von Produkten in der EU. Für das Unternehmen sind dann drei Richtlinien über die Anforderungen an Sicherheit von Maschinen wichtig:

Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates 2006/42/EG vom 17. Mai 2006 über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG, ist die wichtigste Richtlinie in Bezug auf die Maschinensicherheit,

Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates 2014/35/EU vom 26. Februar 2014 zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedsstaaten über die Bereitstellung elektrischer Betriebsmittel zur Verwendung innerhalb bestimmter Spannungsgrenzen auf dem Markt und

Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates 2014/30/EU vom 26. Februar 2014 zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedsstaaten über die elektromagnetische Verträglichkeit.

Die Art und Weise, wie ein Unternehmen die Erfüllung der Anforderung der Richtlinien beweist, überlässt die EU den einzelnen Firmen, eine der Möglichkeiten ist jedoch die Erfüllung der Anforderungen der harmonisierten Normen. Diese Möglichkeit wählt auch das Unternehmen. Erfüllt das Unternehmen die Anforderungen der Richtlinien, darf sie ihr Produkt mit der CE-Kennzeichnung versehen, eine Konformitätserklärung ausstellen und das Produkt auf den europäischen Markt bringen. Am Ende des 4. Kapitels, Kapitel 4.5 ist der zweite Teil des 6. Ziels erfüllt – Zusammenfassung der Anforderungen an Maschinensicherheit.

Der zweite Teil des vierten Ziels war die Zusammenfassung der legislativen Anforderungen an Ökodesign, Kapitel 5. In diesem Teil werden die wichtigsten EU-Rechtsdokumente in Bezug auf Ökodesign beschrieben. Derzeit gibt es keine Gesetze, die speziell die Reduzierung der Energieeffizienz von Bearbeitungsmaschinen bestimmen. Es ist nur Frage der Zeit, bis solche Rechtsvorschriften entstehen und die Hersteller gezwungen werden diese zu befolgen. Es gibt jedoch Rechtsvorschriften, für konkrete Teile der einzelnen Maschinen, die die Hersteller zwingen den Stromverbrauch bei den Maschinen zu senken, es handelt sich zum Beispiel um Motoren oder Beleuchtung. Aus der Analyse der Anforderungen an Ökodesign resultiert, dass wenn eine Maschine rücksichtsvoll zur Umwelt sein soll, ist es erforderlich sie bereits von Anfang an in dieser Richtung zu entwickeln.

Der praktische Teil der Diplomarbeit konzentrierte sich auf die Ziele 3, 5, 6 und 7 mit Schwerpunkt auf die Implementierung der Maschinensicherheit und des Ökodesigns in die Prozesse des Unternehmens. Im Kapitel 6.2 werden Prozesslandkarten der Hauptprozesse mit Schwerpunkt auf die Entwicklung der Maschine zusammengestellt (erster Teil des 5. Ziels der Diplomarbeit). Die Hauptprozesse werden analysiert und das Ergebnis ist das Potential für die Verbesserung der Maschinensicherheit und des Ökodesigns. Im Kapitel 5.3 werden Ein- und Ausgänge von Teilprozessen zusammen mit der Analyse der Eingangsquellen zu 10 Schlüsselprozessen des Unternehmens beschrieben (zweiter des 5. Ziels der Arbeit und erster Teil des 6. Ziels der Arbeit).

Im Teil der Diplomarbeit, der sich mit der Implementierung der Maschinensicherheit und des Ökodesigns beschäftigt, wird zuerst eine Analyse des aktuellen Zustands durchgeführt, die gezeigt hat, dass die Maschinensicherheit derzeit auf zwei Säulen steht, und diese sind Sicherheitsanalysen für jeden einzelnen Produkttyp des Unternehmens und für jeden zu realisierenden Auftrag. Die zweite Säule ist dann die Ausbildung und die Proaktivität der Mitarbeiter. Dieser Ansatz ist derzeit ausreichend, jedoch nicht ideal. Aus diesem Grunde werden im Kapitel 6.4.2 Verbesserungen im Bereich der Maschinensicherheit im Unternehmen entworfen. Die Verbesserungen sind so konzipiert, um sie einfach in die bestehenden Unternehmensprozesse integrieren zu können. Das wichtigste Element sind dann

Subprozesse der Sicherheitsanforderungen für 10 Abteilungen des Unternehmens, die einen direkten Einfluss auf den Grad der Integration der Maschinensicherheit bei Produkten des Unternehmens haben. Ein weiteres Element ist der Prozess der Gesamtprüfung von Sicherheitsanforderungen, der vor der Übergabe der Maschine an den Kunden und vor Erstellung der Konformitätserklärung gemäß Anhang II der Richtlinie 2006/42/EG und vor dem Versehen mit der CE-Kennzeichnung durchgeführt.

Die Analyse der Strategie des Umweltschutzes bestätigte, dass der maximale Effekt in dieser Richtung mit integriertem System erreicht werden kann, dessen untrennbare und bedeutende Komponente die Kombination der Benutzung von besten und erreichbarsten Techniken sowie freiwilligen environmentalen Werkzeugen bildet, zu denen auch das Ökodesign gehört. Der Begriff "Ökodesign" wird als ein systematischer Prozess des Entwurfs und der Entwicklung des Produkts betrachtet. Sein Inhalt stimmt mit dem Inhalt des Termins "Design" mit dem Unterschied überein, dass dieser erheblich auf die Mitigation negativer Auswirkungen des Produkts auf die Lebensumwelt im Ablauf des gesamten Lebenszyklus bei gleichzeitiger Minimalisierung von Kosten orientiert ist, was mit dem Präfix "Öko" betont wird.

Als Grundlage des Entwurfs einer universalen Implementierung des Ökodesign in der Firma wurde einerseits die Analyse von Grundsätzen des Ökodesign und dessen Stellung in environmentalen Politik des Herstellungsgesellschaft oder -organisation und andererseits die Abgrenzung und Auswertung des environmentalen Produktprofils, als einer der dominanten Phasen des gesamten Prozesses angenommen. Die Schlüsselrolle bei der Konzeptualisierung des Entwurfs der Methodik spielte auch die Analyse jeweiliger Zugängen bei der Anwendung des Ökodesign, welche in der Praxis auf dem Rad der Strategien des Ökodesign in Form von acht Eventualitäten darstellen, und nicht zuletzt spielt ihre Rolle auch die Analyse der Handelsstrategie des Managements sowie des Marketings in diesem Prozess.

Aufgrund von Nachforschung von Werkzeugen und Methoden aus der Sphäre der Anwendung des Ökodesign wurde das Kapitel erarbeitet, das die genutzten Werkzeuge und Methoden bei der Ausarbeitung des Konzeptes der Methodik enthält. Es muss vor allem die Originalität der Nutzung der Kombination Oil Point Method, Matrix MET („Material, Energie, Toxizität“) sowie Methoden des Produkt-Lebenszyklus bei der Bestimmung environmentalen Produktprofils akzentuiert werden. Zum Generieren von Ideen und Entwürfen in adäquaten Phasen der Methodik wurde die Anwendung einer der inventionellen Methoden und zur Auswahl einer optimalen Variante die multikriteriale Bewertung empfohlen.

Aufgrund der oben angeführten Ausgänge, welche den jeweiligen Stand der Problematik auf dem Gebiet des Ökodesigns analysieren und mit der Nutzung von Werkzeugen und Methoden, welche im Kapitel „Benutzte Werkzeuge und Methoden“ enthalten werden, wurde die Methodik der Implementierung des Ökodesign in der Firma zusammengestellt. Die Zeitfolge einzelner Phasen des Vorgangs wird zusammenfassend in der Tab. 6 präsentiert.

Grundphase	Teilphase
A) Vorbereitungsphase	Enthält Aktivitäten des Informations- und analytisch-synthetischen Charakters, deren Orientierung die Entscheidung des Betriebs über die Einführung des Ökodesign in der Betriebspraxis sein soll.
B) Planungsphase	a) Zusammensetzung des Projektteams (Arbeitsteams)
	b) Spezifikation von Kriterien für die Auswahl des Produkts zur Innovation (zur Einführung des Ökodesign)
	a) die Auswahl des Produkts zur Einführung des Ökodesign
	b) Zusammenstellung des Plans und des Kostenvoranschlags des Projekts
C) Analytische Phase	c) Identifizierung von Hindernissen und Risiken
	a) detaillierte Beschreibung des Produkts
	b) Durchführung der Input-Output Analyse (Inventarisierungsanalyse)
	c) Analyse environmentalen Produktprofils
D) Entwurf- und Auswahlphase in der Relation zur Verbesserung der Qualität environmentalen Produktprofils	d) Analyse externer und interner Einflüsse auf das Produktdesign
	a) Die Generation möglicher Alternativen zur Verbesserung des Ökodesign des Produkts
	b) Organisation eines Workshops zum Ökodesign
	c) Auswahl optimaler Variante des Produktökodesigns
E) Auswahlphase	d) Bildung von Vorschlägen für die Produktinnovation
F) Produktionsphase	Auswahl einer optimalen Variante aus den Vorschlägen einer neuen Konzeption des Produkts mit der Akzeptation aller Parameter, inkl. Minimalisierung der Auswirkungen auf die Lebensumwelt
	a) Interne und externe Propagation eines neuen Produktdesign
G) Bewertungsphase	b) Vorbereitung der Herstellung
	a) Bewertung der Ergebnisse der Durchführung des Produkts mit dem neuen Ökodesign
	b) Bewertung der Ergebnisse des Gesamtprojekts
	c) Bildung des Ökodesign-Programms der Firma

Tab. 8.1) Der Vorgang und die singuläre Phase der Implementierung des Ökodesign in der Firma

Es ist festzustellen, dass die entworfene Methodik der Einführung des Ökodesign in der Firma einen universalen Charakter hat und diese unabhängig vom Charakter des Herstellungssortiments und in bestimmten Maß auch von der Größe des wirtschaftlichen Subjekts angewendet werden kann. Diese zeichnet sich durch eine relative Einfachheit und eine niedrige Zeitaufwendung, meistens im Umfang von 3 – 12 Monaten.

Der Bestandteil des Entwurfs der Methodik wurde ebenfalls die Präsentation der Auswertung des environmentalen Profils, das auf einem einfachen Beispiel der Bohrmaschine Narex EV 13 G-2 760 W ohne Schlagvorgang und einer konkreten Bewertung von Ergebnissen der Anwendung des Ökodesigns auf demselben Produkt demonstriert wurde. Es wurde auch ein Beispiel der Auswahl einer optimalen Variante aus generierter Alternativen einbezogen, welche gewählte Designkriterien imaginärer Bohrmaschinen mit der Ausnutzung multikriterialer Bewertungen in Betracht nimmt.

Das siebte Ziel war der Entwurf von 2 Richtlinien und Instruktionen, Kapitel 7. Dort werden Richtlinie der Implementierung von Sicherheitsanforderungen für die Konstruktionsabteilung, Richtlinie des Ökodesigns für die Planungsetappe, Instruktion für

Subprozess der Implementierung von Sicherheitsanforderungen für die Konstruktionsabteilung und Instruktion des Ökodesigns für die Planungsetappe entworfen.



## 9 SHRnutí

### 1 Úvod

Energetická efektivita a strojní bezpečnost výrobních strojů je v současné situaci významným tématem, které je v odborných kruzích i mimo ně středem pozornosti. Po celé Evropě v současnosti probíhají analýzy energetické spotřeby výrobních strojů a stejně tak strojní bezpečnosti. Jejich cílem je získat podněty, na základě kterých pak bude možné snížit energetickou náročnost či zvýšit bezpečnost tak, aby se výrobní stroje staly přijatelnější, jak pro životní prostředí, tak i pro uživatele. Výrobci tedy musí hledat nové cesty, jak efektivně snížit spotřebu u strojů, ale i cesty, jak přímo snížit emise skleníkových plynů. Významným tématem je také současný vliv regulačního orgánu Evropské unie, který se vzhledem k vývoji v Evropské unii snaží o vytvoření snadnějšího prostoru pro obchod prostřednictvím sjednocení právních předpisů.

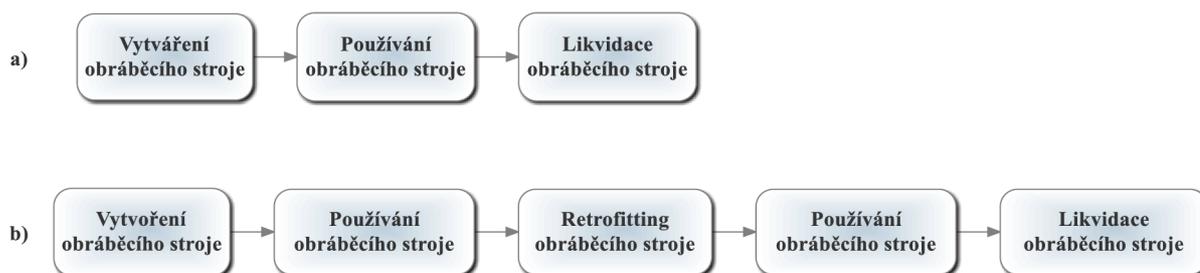
### 2 Popsání stavu vědy a techniky v oblasti procesního řízení

Významnou osobností na počátku procesního řízení byl Frederick Taylor, který stanovil 4 Taylorovy zásady, na jejichž základech stavěl svůj přístup směřující pouze k produktivitě, prakticky však nehlédíc na dělníka primárně jako na člověka s respektováním bezpečnosti práce. Milníky v oblasti procesního řízení jsou metody TQM, Six Sigma, vznik organizace ISO a koncept Kaizen a koncepty BPR, ERP, CRM a BPMS.

V současné době se pozornost v oblasti procesního řízení koncentruje na přechod z klasického funkčního řízení na řízení procesní. Výzkumy mapující situaci procesního řízení, které by vypovídaly o dynamicky se vyvíjející situaci v oblasti procesního řízení, nejsou příliš aktuální. V České republice jsou významné výzkumy doc. Řepy a jeho kolektivu z roku 2005 a 2008 mapující stav procesního řízení v podnicích. Ve světě jsou pak významné výzkumy společnosti PricewaterhouseCoopers z roku 2003, a předně pak výzkum z roku 2005. Ten zkoumal úroveň vyspělosti podle modelu CMM. Nultá základní úroveň neexistujících procesů byla zjištěna u jednoho procenta zkoumaných firem, první úroveň vyspělosti byla stanovena u třinácti procent zkoumaných podniků. Druhou úroveň vyspělosti dosáhlo třicet procent podniků, stejně tak jako třetí úroveň. Na čtvrté úrovni bylo označeno šestnáct procent respondentů a na páté osm.

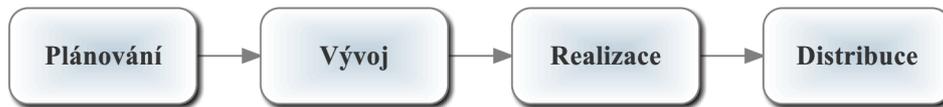
### 3 Životní cyklus obráběcího stroje

Životní cyklus obráběcího stroje (OS) lze rozdělit do tří, resp. pěti etap, viz Obr. 3.1. Za předpokladu, že obráběcí stroj neprojde retrofittingem, dochází k jeho likvidaci po ukončení jeho používání. [18]



Obr. 3.1) a) Schéma životního cyklu OS, b) Schéma životního cyklu OS vč. retrofitingu [18]

Etapu vytvoření OS je možné rozdělit do čtyř fází: plánování, vývoj (této fázi je věnována zvýšená pozornost vzhledem ke 3. cíli diplomové práce), realizace a distribuce, které na sebe plynule navazují, obr 3.3. V práci je také zahrnuta metoda QSOFD, která detailně popisuje procesy konstrukčního návrhu OS.



Obr. 3.3) Průběh etapy vytvoření OS [18]

#### 4 Legislativní požadavky na bezpečnost stroje

Obráběcí stroje, které se používají v rámci Evropské unie, musí být v souladu se všemi právními předpisy EU. Mezi nejvýznamnější právní předpisy EU patří:

##### **Nařízení (ES) č. 765/2008**

Nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 765/2008 ze dne 9. července 2008 stanovuje základní požadavky na akreditaci a dozor nad trhem týkající se uvádění výrobků na trh. [21]

##### **Rozhodnutí č. 768/2008/ES**

Rozhodnutí Evropského parlamentu a Rady č. 768/2008/ES ze dne 9. července 2008 o společném rámci pro uvádění výrobků na trh. Tento právní předpis stanovuje rámec obecných zásad a referenčních ustanovení pro vypracování právních předpisů EU, které harmonizují podmínky uvádění výrobků na trh. [29]

Evropská unie dále stanovuje požadavky pro strojní bezpečnost. Významné pro společnost vzhledem k jejich portfoliu produktů, jsou:

##### **Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2006/42/ES ze dne 17. května 2006 o strojních zařízeních a o změně směrnice 95/16/ES**

Tato směrnice se vztahuje na strojní zařízení. Je nejvýznamnější směrnici z pohledu strojní bezpečnosti. [30]

##### **Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/35/EU ze dne 26. února 2014 o harmonizaci právních předpisů členských států týkajících se dodávání elektrických zařízení určených pro používání v určitých mezích napětí na trh**

Pro účely této směrnice se rozumí jakékoli zařízení určené pro použití v rozsahu jmenovitých napětí střídavých od 50 do 1500 V a stejnosměrných od 75 do 1500 V s výjimkou zařízení a jevů uvedených v příloze II této směrnice. Elektrické zařízení musí být před uvedením opatřeno označením CE. [31]

##### **Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/30/EU ze dne 26. února 2014 o harmonizaci právních předpisů členských států týkajících se elektromagnetické kompatibility**

Pro účely této směrnice se elektromagnetickou kompatibilitou rozumí schopnost zařízení uspokojivě fungovat v elektromagnetickém prostředí, aniž by samo způsobovalo nepřijatelné rušení jiného zařízení v tomto prostředí. [32]

### **Prohlášení o shodě a evropská značka shody CE**

Každé strojní zařízení, které je poprvé uváděno na trh a/nebo do provozu v rámci EU musí být označeno evropskou značkou shody CE a musí k němu být vydáno prohlášení o shodě podle přílohy II a směrnice 2006/42/ES. Označením evropské značky shody CE a vydáním prohlášení o shodě výrobce prohlašuje, že výrobek splňuje technické požadavky platné legislativy ČR a technické vlastnosti se shodují se všemi požadavky obsaženými v přílohách směrnic EU. [21], [25], [26], [27]

### **Naplnění požadavků směrnic**

Jakým způsobem výrobce dosáhne naplnění bezpečnostních požadavků ve směrnicích Evropského parlamentu a Rady nechává Evropská unie na výrobcích. Jednou z možností je však splnění požadavků harmonizovaných technických norem, které se k danému strojnímu zařízení vztahují. Tuto možnost využívá i společnost, se kterou byla tato diplomová práce vypracována.

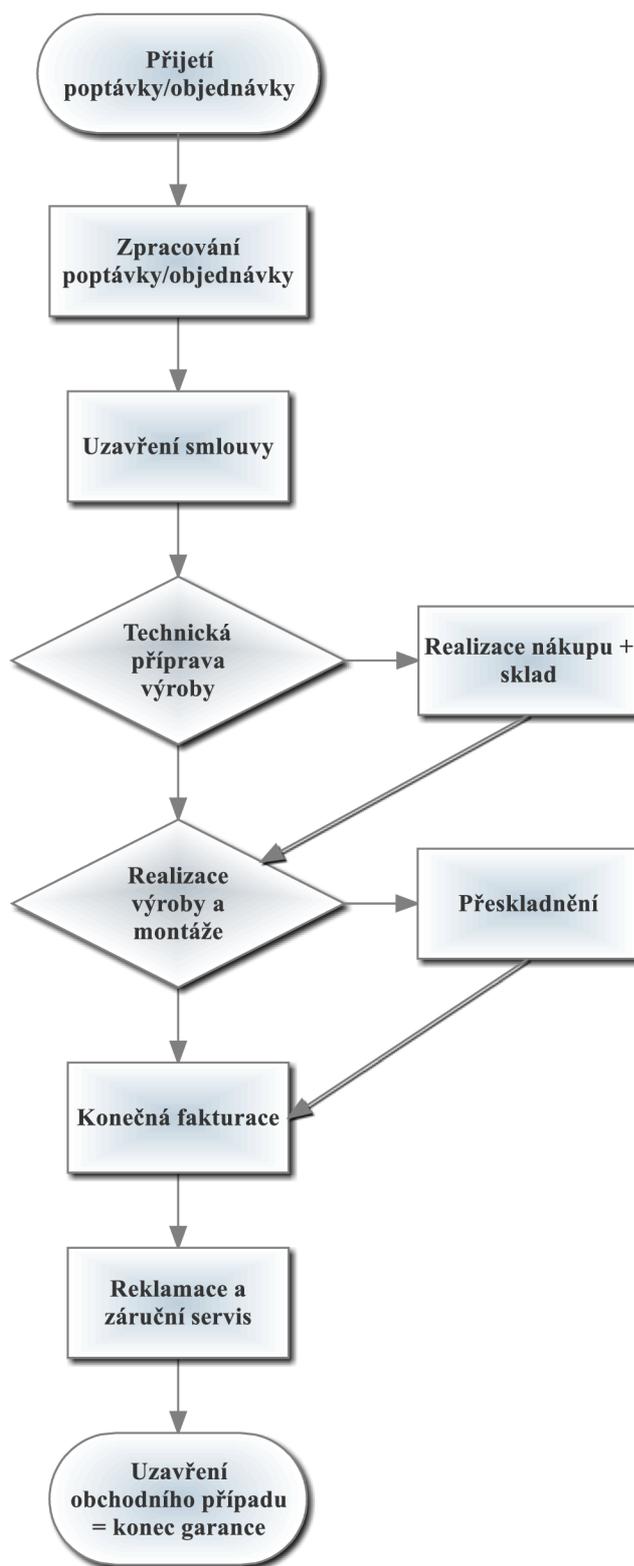
## **5 Legislativní požadavky na ekodesign stroje**

V současné době neexistují právní předpisy, které by komplexně určovaly snižování environmentální náročnosti u obráběcích strojů. Je otázkou času, než tyto právní předpisy vzniknou a výrobci tak budou nuceni tyto předpisy dodržovat. Nicméně, v současné době se už pro konkrétní části jednotlivých strojů objevují právní předpisy, které výrobce nutí snížit odběry elektrické energie u strojů, jedná se například o motory či osvětlení. Z analýzy požadavků na ekodesign vyplývá, že pokud má být stroj co nejvíce ohleduplný k životnímu prostředí, je nutné stroj tímto směrem vyvíjet už od začátku. Obecně se však k ekodesignu váže množství legislativních dokumentů. Tento seznam a podstatu dokumentů je možné shlédnout v kapitole 5. Z iniciativ, které se snaží o více environmentálně přijatelné prostředí, je vhodné vyzdvihnout iniciativu Blue Competence, která stanovuje kritéria a standardy trvale udržitelného rozvoje. Blue Competence tím zajišťuje více transparentnosti v oblasti trvale udržitelného rozvoje a usnadňuje orientaci těm, kteří hledají trvale udržitelná řešení, výrobky nebo trvale udržitelně působící podniky.

## **6 Analýza hlavních procesů firmy s důrazem na strojní bezpečnost a ekodesign a návrhy na jejich zlepšení**

### **Analýza hlavních procesů**

Každý obchodní případ prochází ve firmě, 10 klíčovými procesy: Přijetí objednávky, zpracování nabídky/objednávky, uzavření smlouvy, technická přípravy výroby, realizace nákupu a skladu, realizace výroby a montáže, přeskladnění, konečná fakturace, reklamace a záruční servis, uzavření obchodního případu – konec garance, obr. 6.2. V kapitole 6.2.1 jsou tyto procesy detailněji analyzovány, viz obr. 6.3, obr. 6.4, obr. 6.7, obr. 6.8, obr. 6.9. Jsou také popsány procesy vývoje obráběcího stroje. Vzhledem k tomu, že 90 % zakázek firmy je upravený stroj dle přání zákazníka ze standardní výrobní řady firmy, firma nemá detailně zpracované procesy pro vývoj stroje a stroje jednotlivých zakázek se tak pouze varii v oddělení projekce a konkrétní konstrukční a technologické změny stroje probíhají v oddělení konstrukce a technologie.



Obr. 6.2) Klíčové procesy hlavních procesů firmy

### **Popsání vstupů a výstupů dílčích procesů a analýza vstupních zdrojů**

V kapitole 6.3 jsou popsány vstupy a výstupů dílčích procesů spolu s analýzou vstupních zdrojů k 10 klíčovým procesům firmy, viz také ukázka.

#### **Ukázka:**

#### **Přijetí poptávky/objednávky:**

Vstupy:

- poptávka zákazníka

Zdroje:

- nabídkové portfolio strojů (stroje a zařízení, které se nabízí)
- pracovníci Obchodního oddělení

Výstupy:

- poptávka/objednávka porovnána s výrobním portfoliem
- rozhodnutí o realizaci/odmítnutí zpracování nabídky/objednávky

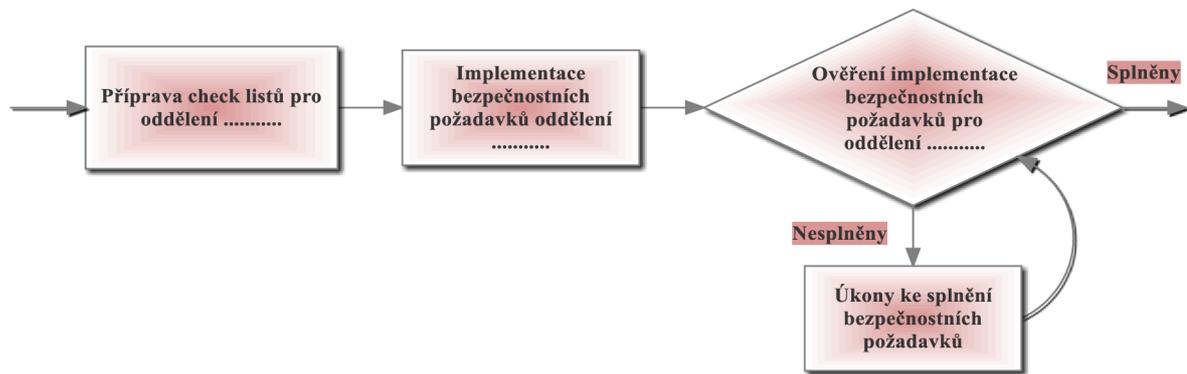
### **Popis současného stavu v oblasti požadavků na bezpečnost stroje a ekodesignu ve firmě a návrhy na zlepšení**

Strojní bezpečnost v současné době ve firmě stojí na dvou pilířích a to:

- a) bezpečnostní analýzy prováděné pro každý jednotlivý typový produkt společnosti a pro každou realizující se zakázku,
- b) vzdělávání a proaktivita zaměstnanců firmy.

Tento přístup je v současné době dostačující, nikoli však ideální. Výsledkem analýzy je nalezení potenciálu pro zlepšení v oblasti strojní bezpečnosti a ekodesignu, a to konkrétně v oblasti zavedení procesního přístupu ke strojní bezpečnosti a ekodesignu.

Jsou navržena zlepšení v oblasti strojní bezpečnosti ve firmě na bázi procesů. Tato zlepšení jsou koncipována tak, aby byla jednoduše integrovatelná do současných procesů firmy. Stěžejním prvkem jsou pak subprocessy bezpečnostních požadavků pro 10 oddělení firmy (oddělení Plánování, Konstrukce mechanická, Konstrukce elektro, Technologie, Výroby, Montáže, Elektrooživení, Řízení kontroly a jakosti, Externí montáže, Servis) vsazené do procesních map firmy, které mají přímý vliv na míru integrace strojní bezpečnosti u produktů firmy. Pracovník firmy si nechá vypracovat jemu určený kontrolní seznam v oddělení Technického rozvoje. Každý subprocess, „Subproces bezpečnostních požadavků ... oddělení,“ má tři kroky. Prvním krokem je příprava bezpečnostních požadavků odpovědným pracovníkem ve firmě. Druhým krokem je implementace bezpečnostních požadavků a třetím je ověření, zda bezpečnostní požadavky jsou ve stroji implementovány, pokud ne, pak následuje řešení z toho vyplývajících úkonů, obr. 6.11. Do vývojových diagramů procesů firmy jsou zařazeny subprocessy s názvem „Subproces bezpečnostních požadavků ... oddělení,“ ty mají pro všechna oddělení stejný průběh. Zařazení jednotlivých subprocessů v procesech firmy je možné vidět na obr. 6.12, obr. 6.13, obr. 6.14, obr. 6.15. Nově zařazené procesy jsou zobrazeny červeně.



Obr. 6.11) 4 Subprocesy bezpečnostních požadavků

Dalším prvkem je proces souhrnné kontroly bezpečnostních požadavků prováděný před předáním stroje zákazníkovi a vydáním prohlášení o shodě podle přílohy II směrnice 2006/42/ES a označením evropskou značkou shody CE.

V kapitole 6.4.4 jsou také popsány vstupy a výstupy dílčích procesů.

### **Integrace ekodesignu do procesu vývoje výrobku**

Analýza strategií ochrany životního prostředí potvrdila, že maximální efekt lze v tomto směru dosáhnout integrovaným přístupem, jehož nedílnou a významnou komponentu tvoří kombinace užití nejlepších dostupných technik a environmentálních nástrojů, mezi něž náleží i ecodesign. Pojem „ecodesign“ je vnímán jako systematický proces návrhu a vývoje výrobku. Jeho obsah se shoduje s obsahem termínem „design“ s tím rozdílem, že je výrazně orientován na mitigaci negativních dopadů výrobku na životní prostředí v průběhu celého životního cyklu za současné minimalizace nákladů, což je zvýrazněno prefixem „eco“.

Bázi návrhu univerzální metodiky implementace ecodesignu ve firmě se stal jednak rozbor zásad ecodesignu a jeho postavení v environmentální politice výrobní společnosti či organizace a jednak vymezení a vyhodnocení environmentálního profilu výrobku, jako jedné z dominantních fází celého procesu. Klíčovou roli při konceptualizaci návrhu metodiky sehrála rovněž analýza stávajících přístupů při aplikaci ecodesignu, které se v praxi znázorňují na kole strategií ekodesignu v podobě osmi eventualit a v neposlední řadě i analýza obchodní strategie, managementu a marketingu firmy v tomto procesu.

Na základě rešerše nástrojů a metod ze sféry aplikace ecodesignu byla zpracována kapitola zahrnující užití nástroje a metody při vypracování konceptu metodiky. Akcentovat je třeba zejména originalitu užití kombinace Oil Point Method, matice MET („Materiál, energie toxicita“) a metody životního cyklu výrobku při stanovení environmentálního profilu výrobku. Ke generaci nápadů a návrhů v adekvátních fázích metodiky byla doporučena aplikace některé z invenčních metod a k výběru optimální varianty multikriteriální hodnocení.

Na základě výše uvedených výstupů analyzujících současný stav problematiky v oblasti ecodesignu a užitím nástrojů a metod obsažených v kapitole 6.5.6 byla sestavena metodika implementace ecodesignu ve firmě. Časová posloupnost jednotlivých fází postupu je komplexně prezentována v tab. 6.6).

Základní fáze	Dílčí fáze
D) přípravná	zahrnuje aktivity informačního a analyticko-syntetického charakteru směřované k rozhodnutí firmy o zavedení ekodesignu v podnikové praxi
E) plánovací	b) sestavení projektového (pracovního) týmu
	c) specifikace kritérií pro výběr výrobku k inovaci (zavedení ecodesignu)
	d) výběr výrobku k zavedení ecodesignu
	e) sestavení plánu a rozpočtu projektu
	f) identifikace překážek a rizik
F) analytická	e) detailní popis výrobku
	f) realizace input output analýzy (inventarizační analýzy)
	g) analýza environmentálního profilu výrobku
	h) analýza externích a interních vlivů na design výrobku
E) návrhová a výběrová fáze v relaci ke zkvalitnění environmentálního profilu výrobku	d) generace možných alternativ ke zlepšení ecodesignu výrobku
	e) organizace workshopu na ecodesign
	f) výběr optimální varianty ecodesignu výrobku
	e) vytvoření návrhů na inovaci výrobku
G) výběrová	výběr optimální varianty z návrhů nové koncepce výrobku s akceptací všech parametrů, včetně minimalizace dopadů na životní prostředí
H) výrobní	c) interní a externí propagace nového designu výrobku
	d) příprava výroby
H) hodnotící	d) hodnocení výsledků realizace výrobku s novým ecodesignem
	e) ohodnocení výsledků celého projektu
	f) vytvoření ecodesignového programu firmy

Tab. 6.6) Postup implementace ecodesignu ve firmě

Součástí návrhu metodiky se stala rovněž prezentace vyhodnocení environmentálního profilu demonstrovaného na jednoduchém příkladu vrtačky Narex EV 13 G-2 760 W bez přiklepu a konkrétního hodnocení výsledků aplikace ecodesignu na tomtéž výrobku. Zařazen byl rovněž příklad výběru optimální varianty z generovaných alternativ zvažující vybraná kritéria designu imaginárních vrtaček s využitím multikriteriálního hodnocení.

## 7 Návrh směrnic a instrukcí u dvou vybraných procesů

Jsou navrženy dvě směrnice a dvě instrukce z hlediska strojní bezpečnosti a z hlediska ekodesignu. Směrnice implementace bezpečnostních požadavků pro oddělení konstrukce, směrnice ekodesignu pro etapu plánování, instrukce implementace bezpečnostních požadavků pro oddělení konstrukce a instrukce ekodesignu pro etapu plánování.

## 10 LITERATURVERZEICHNIS

- [1] DVOŘÁK, Roman. Energetická spotřeba a ekodesign. MM průmyslové spektrum: technický měsíčník [online]. Praha: Vogel Publishing, 2009, (2009 / 11) [2016-03-19]. ISSN 1212-2572. <http://www.mmspektrum.com/clanek/energeticka-spotreba-a-ekodesign.html>
- [2] ŘEPA, V. Řízení procesů v podmínkách veřejné správy ČR, přínosy a rizika. Národní konference kvality ve veřejné správě. Praha: Ministerstvo vnitra ČR, 2008, s. 107-17. ISBN 978-80-254-1146-9.
- [3] GRASSEOVÁ, Monika, DUBEC, Radek, HORÁK, Roman. Procesní řízení ve veřejném sektoru: teoretická východiska a praktické příklady. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2008, 266 s. ISBN 978-80-251-1987-7.
- [4] ŠMÍDA, Filip. Zavádění a rozvoj procesního řízení ve firmě. 1. vyd. Praha: Grada, 2007. Management v informační společnosti. ISBN 978-80-247-1679-4.
- [5] BASL, Josef, Miroslav TŮMA a Vít GLASL. Modelování a optimalizace podnikových procesů. 1. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita, 2002. ISBN 80-7082-936-2.
- [6] ZÁVADSKÝ J., Systémové pojednání o procesním řízení, 1. Vyd. Alfa Publishing, s.r.o., Praha 2005, 80 s. ISBN80-86851-15-X
- [7] WITTE, Irene M. F.W. Taylor, der Vater wirtschaftlicher Betriebsführung. C.E. Poeschel, 1928.
- [8] JESTON, John a Johan NELIS. Business process management: practical guidelines to successful implementations. Third edition. London: Routledge, Taylor & Francis Group, 2014. ISBN 978-0-415-64176-0.
- [9] DE MAST, Jeroen a Joran LOKKERBOL. An analysis of the Six Sigma DMAIC method from the perspective of problem solving. International Journal of Production Economics [online]. 2012, 139(2), 604-614 [2016-03-20]. DOI: 10.1016/j.ijpe.2012.05.035. ISSN 0925-5273.
- [10] GEORGE, Michael L. The lean six sigma pocket toolbox: a quick reference guide to nearly 100 tools for improving process quality, speed, and complexity. New York: McGraw-Hill, 2005. ISBN 0-07-144119-0.
- [11] DYER, Ron. KAIZEN. Cost Management [online]. Boston: Thomson Reuters (Tax, 2016, 30(1), 19-21 [2016-03-20].
- [12] ŠEVČÍK, M. Uplatnění procesního řízení u výrobního podniku. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2014. 69 s. Vedoucí bakalářské práce prof. Ing. Marie Jurová, CSc.
- [13] Business process management: 12th International Conference, BPM 2014, Haifa, Israel, September 7-11, 2014. Proceedings [online]. 1st edition. pages cm [2015-09-06]. ISBN 33-191-0171-4.

- [14] Survey of the State of the Art of Process Management in Middle-and-Eastern European Countries. In: [Http://bpr.panrepa.org](http://bpr.panrepa.org) [online]. 2008 [2016-03-19]. [http://bpr.panrepa.org/Survey\\_090403-V1x.pdf](http://bpr.panrepa.org/Survey_090403-V1x.pdf)
- [15] ŘEPA, Václav a Jana ZÁMEČNÍKOVÁ. Procesní řízení - jak si stojí firmy v ČR? In: SYSTÉMOVÁ INTEGRACE [online]. 2005 [2016-03-19]. [http://bpr.panrepa.org/Jak\\_si\\_stoji.pdf](http://bpr.panrepa.org/Jak_si_stoji.pdf)
- [16] ŘEPA, V. Řízení procesů v podmínkách veřejné správy ČR, přínosy a rizika. Národní konference kvality ve veřejné správě. Praha: Ministerstvo vnitra ČR, 2008, s. 107-17. ISBN 978-80-254-1146-9.
- [17] IT Governance Institute. IT Governance Global Status Report: 2008. 73s. ISBN 978-1-60420-064-5. [online] 2008 [30.8.2010]. <https://www.isaca.org/Knowledge-Center/Research/Documents/ITGI-Global-Status-Report-2008.pdf>.
- [18] DOSEDLA, Michal. Systémový přístup při návrhu obráběcích strojů = System approach of machine tool development. 2011.
- [19] HANLEY, Ken. The project management triangle. ComputerWorld Canada [online]. North York: Laurentian Technomedia Inc, 1998, 14(6), 19 [2016-03-19]. ISSN 14849089.
- [20] Ecodesign - cesta k efektivní výrobě a technologiím. MM průmyslové spektrum: technický měsíčník [online]. Praha: Vogel Publishing, 2014, (2014 / 11) [2016-03-19]. ISSN 1212-2572. <http://www.mmspektrum.com/clanek/ecodesign-cesta-k-efektivni-vyrobe-a-technologieim.html>
- [21] MAREK, Jiří. Konstrukce CNC obráběcích strojů III. Praha: MM publishing, s.r.o., 2014. MM speciál. ISBN 978-80-260-6780-1.
- [22] BLECHA, Petr. Využití moderních metod řízení a zabezpečování jakosti při konstrukci obráběcích center. Brno: VUT FSI, 2003, 128 s.
- [23] ČSN EN ISO 9001. Systémy managementu jakosti – požadavky. 2016.
- [24] MAREK, J.; BLECHA, P.; MAREČEK, J.; KRČÁLOVÁ, E. Management rizik v konstrukci výrobních strojů. odborná monografie vydaná formou speciálního vydání časopisu MM Průmyslové spektrum ISSN 1212-2572. odborná monografie vydaná formou speciálního vydání časopisu MM Průmyslové spektrum ISSN 1212-2572. Praha: MM publishing, 2009. 90 s.

- [25] Richtlinie 2006/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Mai 2006 über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG (Neufassung). EUR-Lex [online]. 2016 [2016-02-14]. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX:32006L0042&qid=1455462141063>
- [26] Blue Guide: Leitfaden für die Umsetzung der Produktvorschriften der EU 2014 [online]. 2014 [2016-02-14].
- [27] Einheitliche Bedingungen für die Vermarktung sicherer Produkte in der EU (Konformitätskennzeichnung). EUR-Lex [online]. 2016 [2016-02-14]. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=URISERV:l10141>
- [28] PEŠIČKA, Ladislav. Uplatnění technických norem v malých a středních strojírenských firmách: Příručka č. 1 Technické normy pro strojírenství z hlediska evropské, mezinárodní a národní normalizace Návod k obsluze jako nedílná součást dodávky [online]. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (ÚNMZ) v edici „Na pomoc malým a středním firmám“ [2016-03-19]. <http://www.unmz.cz/prilohyarchiv/198/Příručka%201%20CSTN.pdf>
- [29] SKOPAL, J. Rozhodnutí Evropského parlamentu a Rady č. 768/2008/ES. MM Průmyslové spektrum 10/2008, str. 68.
- [30] Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates 2006/42/ES In: Brusel, 17. 5. 2006.
- [31] Richtlinie 2014/35/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 26. Februar 2014 zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die Bereitstellung elektrischer Betriebsmittel zur Verwendung innerhalb bestimmter Spannungsgrenzen auf dem Markt. EUR-Lex [online]. 2016 [2016-02-13]. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX:32014L0035&qid=1455366587935>
- [32] Richtlinie 2014/30/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 26. Februar 2014 zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die elektromagnetische Verträglichkeit (Neufassung). EUR-Lex [online]. 2016 [2016-02-13]. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX:32014L0030&qid=1455366748393>
- [33] Richtlinie 2014/29/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 26. über einfache Druckbehälter. EUR-Lex [online]. 2016 [2016-02-13]. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX:32014L0029>
- [34] ČSN EN ISO 12100. Bezpečnost strojních zařízení – Všeobecné zásady pro konstrukci – Posouzení rizika a snižování rizika. 2011.
- [35] ČSN EN 60204-1 ed. 2. Bezpečnost strojních zařízení - Elektrická zařízení strojů - Část 1: Všeobecné požadavky. 2007.
- [36] ČSN EN ISO 13849-1. Bezpečnost strojních zařízení - Bezpečnostní části ovládacích systémů - Část 1: Všeobecné zásady pro konstrukci. 2017.

- [37] ČSN EN ISO 13849-2. Bezpečnost strojních zařízení - Bezpečnostní části ovládacích systémů - Část 2: Ověřování platnosti. 2013.
- [38] ČSN EN 12417+A2. Bezpečnost obráběcích a tvářecích strojů – Obráběcí centra. 2009.
- [39] ČSN EN ISO 23125. Obráběcí stroje – Bezpečnost – Soustruhy. 2015.
- [40] VLČEK, Ondřej, Jiřina DOSTÁLOVÁ a Ondřej VOJÁČEK. Aktuální vývoj na světovém trhu emisemi skleníkových plynů. Vysoká škola ekonomická v Praze.
- [41] Lisabonská strategie. In: Businessinfo.cz [online]. 2003 [2016-03-19]. <http://www.businessinfo.cz/cs/clanky/lisabonska-strategie-5134.html#ekologicky>
- [42] SDĚLENÍ KOMISE EVROPSKÉMU PARLAMENTU, RADĚ, EVROPSKÉMU HOSPODÁŘSKÉMU A SOCIÁLNÍMU VÝBORU A VÝBORU REGIONŮ: Plán energetické účinnosti 2011 [online]. 2011, 17 [2016-03-19]. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0109:FIN:CS:PDF>
- [43] Zelená kniha Rámcem politiky pro klima a energetiku do roku 2030 [online]. 2013 [2016-03-19]. <http://www.senat.cz/xqw/webdav/pssenat/original/68196/57378>
- [44] KRBALOVÁ, Maria. Posuzování vlivu na životní prostředí při konstrukci výrobních strojů z pohledu emise vybraných skleníkových plynů. Brno, 2016. Dizertační práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství. Vedoucí práce Doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.
- [45] Paris Climate Change Conference - November 2015. United Nations: Framework Convention on Climate Change [online]. 2014 [cit. 2017-04-30]. Dostupné z: [http://unfccc.int/meetings/paris\\_nov\\_2015/meeting/8926.php](http://unfccc.int/meetings/paris_nov_2015/meeting/8926.php)
- [46] Marrakech Climate Change Conference - November 2016. United Nations: Framework Convention on Climate Change [online]. 2014 [cit. 2017-04-30]. Dostupné z: <https://citace.lib.vutbr.cz/dokument/94iCEEJ46L5MNCW3>
- [47] Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates 2010/30/EG. In: Brusel, 19. 3. 2010.
- [48] Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates 2011/65/EU. In: Brusel, 8. 6. 2011.
- [49] Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates 2012/19/EU. In: Brusel, 4. 7. 2012.
- [50] Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates 2006/121/EG. In: Brusel, 18. 12. 2006.
- [51] Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates 2009/125/EG. In: Brusel, 21. 10. 2009.

- [52] Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates 2010/30/EG. In: Brusel, 19. 3. 2010.
- [53] Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates 2012/27/EG In: Brusel, 25. 9. 2012.
- [54] Verordnung (EG) Nr. 66/2010 des Europäischen Parlaments und des In: Brusel, 25. 11. 2009.
- [55] BLUE COMPETENCE [online]. 2017 [cit. 2017-04-27]. Dostupné z: <http://www.bluecompetence.net/en/home>
- [56] ČSN EN ISO 14006. Systémy environmentálního managementu - Směrnice pro začlenění ekodesignu. 2011.
- [57] ČSN ISO 14955-1. Obráběcí stroje - Environmentální hodnocení obráběcích strojů - Část 1: Metodika návrhu energeticky účinných obráběcích strojů. 2016
- [58] ŠTOR, Martin, Alena PLÁŠKOVÁ a Martin HULA. Návrh procesní mapy ve společnosti Valeo Autoklimatizace. Vysoká škola ekonomická v Praze.
- [59] ŘEPA, Václav. Podnikové procesy: procesní řízení a modelování. 2., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2007. Management v informační společnosti. ISBN 978-80-247-2252-8.
- [60] VYŠKOVSKÝ, Jaroslav. Analýza rizik pro strojní zařízení. MM průmyslové spektrum: technický měsíčník [online]. Praha: Vogel Publishing, 2013, (2013 / 10) [2016-03-19]. ISSN 1212-2572. <http://www.mmspektrum.com/clanek/analyza-rizik-pro-strojni-zarizeni.html>
- [61] Kratina, J. et al. Zpráva o životním prostředí České republiky 2015. Praha: Česká informační agentura životního prostředí, 2016, s. 7, 245-247.
- [62] International Organization for Standardization (ISO). Environmental Management-The ISO 14000 Family of International Standards. 2nd Ed. Geneva: ISO, 2010.
- [63] International Organization for Standardization (ISO). ISO 14006:2011. Environmental Management Systems-Guidelines for Incorporating Ecodesign. 1st Ed. Geneva: ISO, 2011. 30 pp.
- [64] International Organization for Standardization (ISO). PD ISO/TR 14062:2002. Environmental Management. Integrating Environmental Aspects into Product Design and Development. 1st Ed. Geneva: ISO, 2002. 34 pp.
- [65] Unnikrishnan, S. Environmental Training and Cleaner Production in Indian Industry - A Micro-Level Study. Resources, Conservation and Recycling, 2007, Vol. 50, No. 4, pp. 427-441.
- [66] Beránek, Z. et al. Čistší produkce. 1. vyd. Praha: České centrum čistší produkce, 1996, s. 5.

- [67] Lee, S. Y. From End-of-Pipe Technology towards Pollution Preventive Approach. *Journal of Cleaner Production*, 2005, Vol. 13, No. 4, pp. 387-305.
- [68] Urban, R., Zemánek, Z. *Recyklace*. 1 vyd. Vyškov: MoraviaTisk, 2003. 238 s. ISBN 80-238-9919-8.
- [69] Nilsson, L. et al. *Cleaner Production Technologies and Tools for Resource Efficient Production*. 1st Ed. Uppsala (Sweden): The Baltic University Press, 2007, 326 pp. ISBN 91-975526-1-5.
- [70] International Labour Organization. *Prevention of Major Industrial Accidents*. 1st Ed. Geneva: International Labour Organization, 1991. 121 pp. ISBN 92-2-107101-4.
- [71] Shi, H. et al. Barriers to the Implementation of Cleaner Production in Chinese SMEs: Government, Industry and Expert Stakeholders' Perspectives. *Journal of Cleaner Production*, 2008, Vol. 16, 842-852.
- [72] European Parliament and of the Council (EPC). *Directive 2008/1/EC Concerning Integrated Pollution Prevention and Control*. Brussels: EPC, 1996.
- [73] Ministerstvo životního prostředí (MŽP). *Zákon č. 76/2002 Sb., integrované prevence a o omezování znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů (zákon o integrované prevenci) ve znění pozdějších předpisů*. Praha: MŽP. 2002. 30 s.
- [74] Remtová, K. *Ekodesign*. 1. vyd. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2003, s. 4-14. ISBN 80-7212-230-4.
- [75] Ouředníková, K., Hanus, R. *ECODESIGN*. Česká Skalice: Centrum inovací a rozvoje (CIR). Last updated, CIR, November 2016. [online]. [2016-12-12]. URL: <[http://www.cir.cz/ekodesign/5053218/ekodesign\\_edt.pdf](http://www.cir.cz/ekodesign/5053218/ekodesign_edt.pdf)>.
- [76] Charter, M., Tischner, U. *Sustainable Solutions. Developing Products and Services for the Future*. 1st Ed. Sheffield: Greenleaf Publishing, 2001, pp. 120-150. ISBN 978-1-87471-936-6.
- [77] Pochat, S. L., Bertoluci, G., Froelich, D. Integrating Ecodesign by Conducting Changes in SMEs. *Journal of Cleaner Production*, 2006, Vol. 15, No. 5, pp. 671-680.
- [78] Wimmer, W. et al. *ECODESIGN - The Competitive Advantage*. 1st Ed. Dordrecht: Springer Netherlands, 2010, pp. 92-84. ISBN: 978-90-481-9126-0.
- [79] Sarkis, J., Gonzales-Torre, P., Adenso-Diaz, B. Stakeholder Pressure and the Adoption of Environmental Practices: The Mediating Effect of Training. *Journal of Operations Management*, 2010, Vol. 28, 163-176.
- [80] Horace, H., Roy, R. Technological Innovation, Energy Efficient Design and the Rebound Effect. *Technovation*, 2007, Vol. 27, No. 4, pp. 194-203.

- [81] Lewis, H. et al. Design + Environment: A Global Guide to Designing Greener Goods. 1st Ed. Sheffield: Greenleaf Publishing, 2001. p. 32. ISBN 978-1-874719-43-8.
- [82] SZENDIUCH, Ivan. Eco-design jako nová strategie návrhu elektronických a elektrotechnických výrobků. 2008.
- [83] van Hemel, C., Cramer, J. Barriers and Stimuli for Ecodesign in SMEs. Journal of Cleaner Production, 2002, Vol. 10, No. 5, pp. 439-453.
- [84] Bartusek, S. Průmyslové technologie a životní prostředí. 1. vyd. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2013, s. 93. ISBN 978-80-248-3347-7.
- [85] Baumann, H., Boons, F., Bragd, A. Mapping the Green Product Development Field: Engineering, Policy and Business Perspectives. Journal of Cleaner Production, 2002, Vol. 10, No. 5, pp. 409-425.
- [86] Osborn, A. F. Applied Imagination: Principles and Procedures of Creative Problem Solving. 3rd Ed. New York: Charles Scribner's Sons, 1963, pp. 66-78
- [87] Anderson, D. R., Sweeney, D. J., Williams, T. A. An Introduction to Management Science: Quantitative Approaches to Decision Making. 12th Ed. Cincinnati: South-Western College Publishing, 2008. 900 p. ISBN 0-324-39980-4.
- [88] Dalkey, N. C., Helmer, O. An Experimental Application of the Delphi Method to the Use of Experts. Management Science, 1963, Vol. 9, No. 3, pp. 458-467.
- [89] Stewart, T. R. Commentary on "The Delphi Technique as a Forecasting Tool: Issues and Analysis" by Rowe and Wright. International Journal of Forecasting, 1999, Vol. 15, No. 4, pp. 380-381.
- [90] Božek, F. Urban, R. Management rizika-Obecná část. 1. vyd. Brno: Univerzita obrany, 2008, s. 105. ISBN 978-80-7231-259-7.
- [91] Miller, R. E., Blair, P. D. Input-Output Analysis. Foundations and Extensions. 2nd Ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2009, pp. 399-498. ISBN 978-0521739023.
- [92] Dangelico, M. R., Pontrandolfo, P. From Green Product Definitions and Classifications to the Green Option Matrix. Journal of Cleaner Production, 2010, Vol. 18, No. 16-17, pp. 1608-1628.
- [93] Hanus, R., Koubský, J., Krčma, M. Inovace výrobků a jejich systémů. Přehled metodiky analýzy inovačního potenciálu výrobků a služeb s diskusními otázkami. 1. vyd. Praha: Centrum inovací a rozvoje, 2004, s. 14-15.
- [94] International Organization for Standardization (ISO). ISO 14040:2006. Environmental Management-Life Cycle Assessment-Principles and Framework. 2nd Ed. Geneva: ISO, 2006. 20 pp. (Last reviewed and confirmed in 2016).
- [95] Bovea, M. D., Pérez-Belis, V. A Taxonomy of Ecodesign Tools for Integrating Environmental Requirements into the Product Design Process. Journal of Cleaner Production, 2012, Vol. 20, No. 1, pp. 61-71.

- [96] Yen, S. B., Chen, J. L. Calculation of a Toxic Potential Indicator via Chinese-Language Material Safety Data Sheets. *Journal of Industrial Ecology*, 2009, Vol. 13, No. 3, pp. 455-466.
- [97] Bey, N. The Oil Point Method - A tool for Indicative Environmental Evaluation in Material and Process Selection. [Doctoral Dissertation]. Lyngby: Technical University of Denmark. 2000. 235 pp. ISBN 87-90855-09-4.
- [98] Nowosielski, R., Spilka, M., Kania, A. Methodology and Tools of Ecodesign. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 2007, Vol. 23, No. 1, pp. 91-94.
- [99] Triantaphyllou, E. *Multi-Criteria Decision Making Methods: A Comparative Study*. 1st Ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2001. 288 pp. ISBN 0-7923-6607-7.
- [100] Milich, L. The Role of Methane in Global Warming: Where Might Mitigation Strategies be Focused? *Global Environmental Change*, 1999, Vol. 9, pp. 179-201.
- [101] The Commission of the European Communities (CEC). Commission Regulation (EC) No 640/2009. Implementing Directive 2005/32/EC of the European Parliament and of the Council with Regard to Ecodesign Requirements for Electric Motors. Brussels: CEC, 2009. 9 pp.
- [102] European Commission (EC). Communication from the Commission. Ecodesign Working Plan 2016-2019. Brussels: EC, 2016. 10 pp.

# 11 LISTE VON ABKÜRZUNGEN UND LISTE DER ABBILDUNGEN

## 11.1 Liste von Abkürzungen

ABS – Acrylnitril-Butadien-Styrol-Copolymere  
AC – Wechselstrom  
AUEU – Ausschuss für das Umweltzeichen der Europäischen Union  
BAZ – Bearbeitungszentrum  
BM – Bearbeitungsmaschine  
BPM – Business process management  
BPMS – Business Process Management Systems  
BPR – Business Process Reengineering  
BS – British Standards  
CAD – Computer-aided Design  
CAM – Computer-aided manufacturing  
CEN – European Committee for Standardization  
CENELEC – European Committee for Electrotechnical Standardization  
CFC – Fluorchlorkohlenwasserstoffe  
CMM – Capability Maturity Model  
CNC – Computer Numeric Control  
COBIT – Control Objectives for Information and related Technology  
CRM – Customer Relationship Management  
ČSN – Tschechische technische Norm  
DC – Gleichstrom  
DIN – Deutsches Institut für Normung  
DMAIC – Define, Measure, Analyse, Improve and Control  
EU – Europäische Union  
EN – Europäische Norm  
ERP – Enterprise Resource Planning  
HDPE – Polyethylen hoher Dichte  
HFCs – Halogenkohlenwasserstoffen  
ISO – International Organization for Standardization  
ITIL – Information Technology Infrastructure Library  
LCA – Life Cycle Assessment  
LCI - Inventarisierungsanalyse  
LKW – Lastkraftwagen

MAC – Maximum Admissible Concentrations  
MIPS – Material Input Per Service Unit  
OP – oil point  
OPM – Oil Point Method  
OS – Obráběcí stroj  
PFCs – Perfluorkohlenwasserstoffe  
PVC – Polyvinylchlorid  
QFD – Quality function deployment  
QMS – Quality Management System  
SRP/CS – Safety Related Part of a Control Systems  
TPI – Toxic Potential Indicator  
TRC – Technical Guidance Concentration  
TPV – Technische Vorbereitung der Produktion  
TQM – Total Quality Management  
VDI – Verein Deutscher Ingenieure  
WGK – Water Hazard Classes

## 11.2 Liste der Abbildungen

Abb. 1.1) Dreieck Regulierungsbehörde, Benutzer, Hersteller .....	15
Abb. 2.1) Eingang – Prozess – Ausgang und logische Anordnung der Subprozesse.....	17
Abb. 2.2) Prozess-Hierarchie.....	18
Abb. 3.1) a) Lebenszyklus von BM, b) Lebenszyklus von BM einschl. Retrofit .....	25
Abb. 3.2) Project management triangle .....	26
Abb. 3.3) Verlauf der Fertigungsphase der BM .....	26
Abb. 3.4) Optimierungsentwurf der Maschine .....	27
Abb. 4.1) .....	33
Abb. 6.1) Grundschemata des Geschäftsprozesses .....	47
Abb. 6.2) Schlüsselprozesse der Hauptprozesse der Firma .....	49
Abb. 6.3) Hauptprozesse der Firma, Teil 1 .....	51
Abb. 6.4) Hauptprozesse der Firma, Teil 2 .....	55
Abb. 6.5) Kickoff-Meeting .....	58
Abb. 6.6) Darstellung der Prozesse innerhalb der Abteilung für Konstruktion und Technologie .....	59
Abb. 6.7) Hauptprozesse der Firma, Teil 3 .....	63
Abb. 6.8) Hauptprozesse der Firma, Teil 4 .....	65

Abb. 6.9) Hauptprozesse der Firma, Teil 5.....	67
Abb. 6.10) Vorteile der Integration von Ermittlung und Überprüfung legislativer Anforderungen an die Maschinensicherheit anhand von Kontrolllisten.....	74
Abb. 6.11) Subprozess der Sicherheitsanforderungen .....	75
Abb. 6.12) Entwurf der Prozessverbesserung, Teil 1 .....	77
Abb. 6.13) Entwurf der Prozessverbesserung, Teil 2 .....	79
Abb. 6.14) Entwurf der Prozessverbesserung, Teil 3 .....	81
Abb. 6.15) Entwurf der Prozessverbesserung, Teil 4 .....	83
Abb. 6.16) Auswirkung des Produktentwurfs auf die Gesamtkosten im Laufe der Lebensdauer des Produkts .....	88
Abb. 6.17) Rad von Ökodesign-Strategien .....	90
Abb. 6.18) Entwurf der Prozessverbesserung-Ekodesign, Teil 2 .....	125
Abb. 7.1) Stellung der Richtlinien in der Firma .....	127

### 11.3 Liste der Tabellen

Tab. 6.1) Indikatoren Oil Point Methoden nach dem Material- oder Prozesstyp .....	93
Tab. 6.2) Matrix des MET-Materials, Energie und der Toxizität.....	106
Tab. 6.3) Fortsetzung: Matrix MET Energieverbrauch nach der Oil Pint Methode.....	110
Tab. 6.4) Bewertung der Bedeutung von Kriterien durch fünf Experten und einem Laien...	113
Tab. 6.5) Bewertung der Ergebnisse der Anwendung der Bohrmaschine mit dem neuen Ökodesign .....	118
Tab. 8.1) Der Vorgang und die singuläre Phase der Implementierung des Ökodesign in der Firma .....	132

### 11.4 Liste der Anhänge

- Anhang 1: Richtlinie der Implementierung von Sicherheitsanforderungen für die Konstruktionsabteilung
- Anhang 2: Instruktion der Implementierung von Sicherheitsanforderungen für die Konstruktionsabteilung
- Anhang 3: Richtlinie des Ökodesigns für die Planungsetappe
- Anhang 4: Instruktion des Ökodesigns für die Planungsetappe

Typ des Dokuments

Logo der Firma

**Technische und organisatorische Richtlinie**

---

Name des Dokuments

Bezeichnung

**Richtlinie der Implementierung von Sicherheitsanforderungen  
für die Konstruktionsabteilung**

**ANHANG 1**

Ausgearbeitet von

Akzeptiert von

Ausgabe

Revision

Alexandr Božek

24. 5. 2016

0

---

**Inhalt**

Einteilung.....	2
1. Etappe:.....	3
2. Etappe:.....	4
3. Etappe:.....	5
4. Etappe:.....	6

**Technische und organisatorische Richtlinie**

Name des Dokuments

Bezeichnung

**Richtlinie der Implementierung von Sicherheitsanforderungen für die Konstruktionsabteilung****ANHANG 1**Ausgearbeitet von  
Alexandr Božek

Akzeptiert von

Ausgabe  
24. 5. 2016Revision  
0**Einteilung**

Der Grundzweck dieser Richtlinie ist die Implementierung von Sicherheitsanforderungen für die Abteilung Konstruktion zu sichern. Diese Norm bietet die Strategie von Sicherheitsanforderungen mit der Verbindung QSOFD Methode.

Die Maschine muss in dem Einklang mit allen aktuellen gültigen Sicherheitsanforderungen hergestellt werden. Diese Anforderungen stammen aus der Check-listen Database.

Der Prozess der Implementation von Sicherheitsanforderungen muss bei der Prozessmappe, Abb. 1, durchgeführt werden. Diese Prozessmappe besteht aus 4 Subprozessen. Dieser Prozess muss in die Hauptprozesse der Firma integriert werden.

**Die 4 Subprozesse:**

1. Vorbereitung von Checklisten für die Abteilung Konstruktionsabteilung
2. Implementierung von Sicherheitsanforderungen für die Konstruktionsabteilung
3. Prüfung der Implementation von Sicherheitsanforderungen für die Konstruktionsabteilung
4. Aufgaben für die Erfüllung von Sicherheitsanforderungen

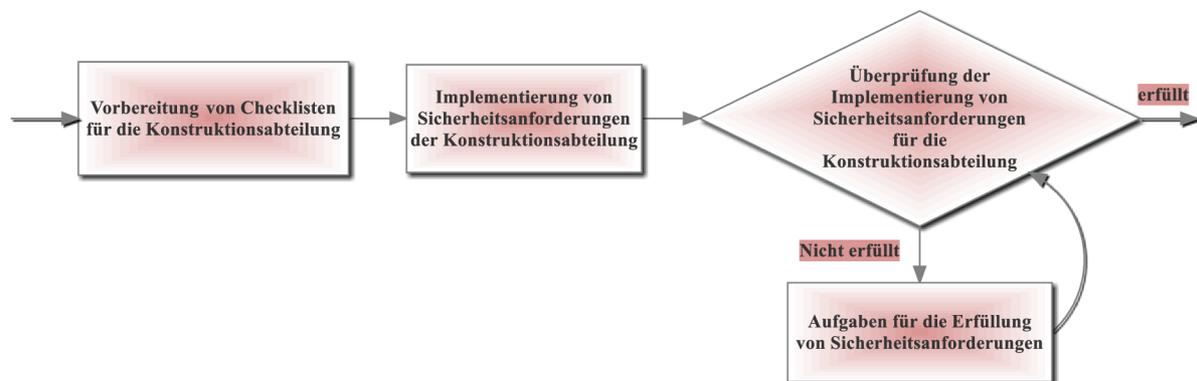


Abb. 1) 4 Subprozesse der Implementation von Sicherheitsanforderungen für die Konstruktionsabteilung

Für die Durchführung, Kontrolle, Reportierung ist der Prozessingenieur für die Sicherheit verantwortlich.

Alle Sicherheitsanforderungen müssen erfüllt werden.

**Technische und organisatorische Richtlinie**

---

Name des Dokuments

Bezeichnung

**Richtlinie der Implementierung von Sicherheitsanforderungen für die Konstruktionsabteilung****ANHANG 1**

Ausgearbeitet von

Akzeptiert von

Ausgabe

Revision

Alexandr Božek

24. 5. 2016

0

---

**1. Etappe:****1.1 Bestimmung von Anforderungen des Bearbeitungszentrums (weiter BAZ)**

Bei der Bestimmung von Konstruktionsanforderungen müssen auch die Sicherheitsanforderungen aus der Check-Liste Database benutzt und eingearbeitet werden. Alle Sicherheitsanforderungen müssen die Priorität Eins haben.

**1.1.1 Erster Prozess – Vorbereitung von Checklisten für die Konstruktionsabteilung**

In diesem Prozess muss Check-Liste vorbereitet werden. Check-Liste muss alle Anforderungen enthalten, die in der Hauptcheck-List Database „R“ (relevant) gezeichnet sind und sind für die Konstruktion bestimmt werden.

Zu jeder Sicherheitsanforderung muss ein verantwortlicher Arbeiter zugeordnet werden.

Der Ausgang ist die vorbereitete Check-Liste für die Konstruktionsabteilung mit allen relevanten Sicherheitsanforderungen.

**1.2 Bestimmung der Funktionalen Struktur des BAZ**

Im diesem Schritt müssen während der Analyse alle Sicherheitsanforderungen respektiert werden.

**1.2.1 Zweiter Prozess – Implementierung von Sicherheitsanforderungen für die Konstruktionsabteilung**

In diesem Prozess müssen alle Anforderungen aus der Check-Liste erfüllt werden. Für die Implementation der einzelnen Anforderungen sind die verantwortlichen Arbeiter verantwortlich und für die ganze Implementierung ist der Prozessingenieur für die Sicherheit verantwortlich.

Wenn durch den Standardprozess eine Anforderung ist nicht implementiert ist, sucht man die Lösung durch die Konsultation zwischen dem Prozessingenieurs und verantwortlichen Arbeiters.

Die Ausgänge sind die potenziellen implementierten Sicherheitsanforderungen, die auf die Überprüfung vorbereitet sind.

Dieser Prozess läuft auch parallel mit den weiteren Prozessen.

**1.3 Bestimmung der Organstruktur des BAZ**

Im diesem Schritt müssen während der Analyse alle Sicherheitsanforderungen respektiert werden.

**1.4 Systemanalyse der Organstruktur des BAZ**

Team analysiert die Sicherheitsanforderungen und definiert die Anforderungen, die bei Implementierung problematisch sein könnten.

**Technische und organisatorische Richtlinie**

---

Name des Dokuments

Bezeichnung

**Richtlinie der Implementierung von Sicherheitsanforderungen für die Konstruktionsabteilung****ANHANG 1**Ausgearbeitet von  
Alexandr Božek

Akzeptiert von

Ausgabe  
24. 5. 2016Revision  
0

---

**1.5 Bewertung des Systementwurfs des BAZ aus Sicht des Kunden**

Team muss dem Kunden über alle Veränderungen informieren (die aus den Sicherheitsanforderungen kommen), die implementiert werden.

**1.6 Bewertung der Wichtigkeit der Funktional- und Organattributen**

Bei der Analyse der einzelnen Anforderungen müssen auch die Sicherheitsanforderungen umfasst werden.

**1.7 Bewertung der technischen Schwierigkeit von Anforderungen, die auf das BAZ gestellt sind**

In diesem Schritt müssen während der Analyse alle Sicherheitsanforderungen respektiert werden.

**1.8 Bestimmung der Komplexbedeutung von Anforderungen, die auf das BAZ gestellt sind**

Bei der hierarchischen Anordnung müssen alle Sicherheitsanforderungen die Priorität Eins haben.

**1.9 Bestimmung von kritischen Anforderungen, die auf das BAZ gestellt sind**

Bei der Bestimmung von Konstruktionsanforderungen müssen ebenfalls die Sicherheitsanforderungen aus der Check-Liste Database benutzt und eingearbeitet werden.

Alle Sicherheitsanforderungen müssen die Priorität Eins haben.

**1.10 Bestimmung von kritischen funktionalen und organisatorischen Attributen**

Zu den geförderten Parametern müssen auch alle Sicherheitsanforderungen implementiert werden.

**2. Etappe:****2.1 Bestimmung von Projektionsanforderungen an BAZ**

In diesem Schritt müssen alle Sicherheitsanforderungen respektiert werden.

**2.2 Bestimmung der Grobbastruktur des BAZ**

In hierarchischen Projektionsanforderungen müssen auch Sicherheitsanforderungen umfasst werden.

**Technische und organisatorische Richtlinie**

---

**Richtlinie der Implementierung von Sicherheitsanforderungen für die Konstruktionsabteilung****ANHANG 1**Ausgearbeitet von  
Alexandr Božek

Akzeptiert von

Ausgabe  
24. 5. 2016Revision  
0

---

**2.3 Die Systemanalyse der Grobbaustuktur des BAZ**

Bei der Konkretisierung der Analyse müssen alle Sicherheitsanforderungen respektiert werden.

**2.4 Bewertung des Projektionsentwurfs des BAZ aus Sicht von des Kunden**

Bei der Analyse der Zufriedenheit des Kunden ist notwendig dem Kunden zu erläutern, dass alle Sicherheitsanforderungen erfüllt sind.

**2.5 Bewertung der Wichtigkeit der Projektionsattributen des BAZ**

Bei der Berücksichtigung der einzelnen Anforderungen müssen alle Sicherheitsanforderungen respektiert werden.

**2.6 Bewertung der technischen Schwierigkeit von Projektionsattributen**

Bei der Berücksichtigung der einzelnen Anforderungen müssen alle Sicherheitsanforderungen respektiert werden.

**2.7 Bestimmung der Komplexbedeutung von Projektionsanforderungen**

Die Projektionsanforderungen müssen auch die Sicherheitsanforderungen umfassen.

**2.8 Bestimmung von kritischen Projektionsanforderungen, die auf das BAZ gestellt sind**

Die kritischen Projektionsanforderungen müssen auch die Sicherheitsanforderungen umfassen.

**2.9 Bestimmung von kritischen Projektionsattributen, die auf das BAZ gestellt sind**

Die kritischen Projektionsattribute müssen die Sicherheitsanforderungen erfüllen.

**3. Etappe:****3.1 Die Bestimmung von Konstruktionsanforderungen, die auf BAZ gestellt sind**

Bei der Bestimmung von Konstruktionsanforderungen müssen auch die Sicherheitsanforderungen aus der Check-Liste Database benutzt werden und eingearbeitet werden.

Alle Sicherheitsanforderungen müssen die Priorität Eins haben.

**3.2 Die Bestimmung der konkretisierten Baustuktur des BAZ**

In hierarchischen Projektionsanforderungen müssen auch Sicherheitsanforderungen umfasst werden.

**Technische und organisatorische Richtlinie**

---

Name des Dokuments

Bezeichnung

**Richtlinie der Implementierung von Sicherheitsanforderungen für die Konstruktionsabteilung****ANHANG 1**Ausgearbeitet von  
Alexandr Božek

Akzeptiert von

Ausgabe  
24. 5. 2016Revision  
0

---

**3.3 Die Systemanalyse der konkretisierten Baustruktur des BAZ**

Bei der Konkretisierung der Analyse müssen alle Sicherheitsanforderungen respektiert werden.

**3.4 Der Netzgraf****3.5 Die Bewertung der Wichtigkeit von Konstruktionsattributen des BAZ**

Alle Sicherheitsanforderungen müssen in diesem Prozess respektiert werden.

**3.6 Die Bestimmung der kritischen Konstruktionsattributen des BAZ**

Alle Konstruktionsattribute müssen die Sicherheitsanforderungen erfüllen.

**3.7 Dritter Prozess – Prüfung der Implementation von Sicherheitsanforderungen für die Konstruktionsabteilung**

Die Überprüfung muss nach der Check-Liste durchgeführt werden. Wenn die Überprüfung nicht bestimmt ist, die Verantwortlichkeit für die Wahl der Überprüfung übernimmt der Prozessingenieur in Zusammenarbeit mit dem verantwortlichen Arbeiter.

Wenn die Überprüfung negativ ist (die Anforderung ist nicht erfüllt), folgt dann der Prozess Aufgaben für die Erfüllung von Sicherheitsanforderungen.

**3.8 Vierter Prozess – Aufgaben für die Erfüllung von Sicherheitsanforderungen**

Die Aufgaben finden sich durch das Meeting der allen Mitarbeiter der Konstruktionsabteilung und des Prozessingenieurs. Alle Anforderungen mit dem negativen Resultat müssen durchgesprochen werden und es muss festgestellt werden, wie die Anforderungen von neuem implementiert werden. Weiter muss 8D Report für alle Anforderungen mit dem negativen Resultat durchgeführt werden.

Der Ausgang ist ausgefüllter 8D Report, und die Implementierung von Anforderungen.

Danach muss eine Wiederprüfung durchgeführt werden. Wenn das Resultat negative ist, wiederholt sich der Prozess.

Nachdem positiven Überprüfung müssen ausgefüllte Check-Liste und die Erfüllung allen Sicherheitsanforderungen für die Konstruktionsabteilung komplettieren.

Die Check-Liste muss danach archiviert werden und das Ergebnis muss zum Management präsentiert werden.

**4. Etappe:****4.1 Die Ausarbeitung der Zeichnungsdokumentation**

Typ des Dokuments

Logo der Firma

**Technische und organisatorische Instruktion**

---

Name des Dokuments

Bezeichnung

**Instruktion der Implementierung von Sicherheitsanforderungen  
für die Konstruktionsabteilung**

**ANHANG 2**

Ausgearbeitet von

Akzeptiert von

Ausgabe

Revision

Alexandr Božek

24. 5. 2016

0

---

**Inhalt**

Einteilung.....	2
Erster Prozess – Vorbereitung von Checklisten für die Konstruktionsabteilung.....	2
Zweiter Prozess – Implementierung von Sicherheitsanforderungen für die Abteilung Konstruktionsabteilung .....	2
Dritter Prozess – Prüfung der Implementation von Sicherheitsanforderungen für die Konstruktionsabteilung .....	2
Vierter Prozess – Aufgaben für die Erfüllung von Sicherheitsanforderungen .....	2
Der Ausgang von Prozessen .....	3

**Technische und organisatorische Instruktion**

---

Name des Dokuments

Bezeichnung

**Instruktion der Implementierung von Sicherheitsanforderungen für die Konstruktionsabteilung****ANHANG 2**Ausgearbeitet von  
Alexandr Božek

Akzeptiert von

Ausgabe  
24. 5. 2016Revision  
0

---

**Einteilung**

Der Grundzweck dieser Instruktion ist die Implementierung von Sicherheitsanforderungen für die Konstruktionsabteilung zu sichern, damit die Maschinen während der erwarteten Benutzung sicher sind. Diese Instruktion bietet die konkreten Schritten zur Implementation an.

**Erster Prozess – Vorbereitung von Checklisten für die Konstruktionsabteilung**

1. Der Prozessingenieur für die Sicherheit bereitet aus der Database der Check-Listen alle Anforderungen vor, die „R“ (relevant) und „Konstruktion“ bezeichnet sind.
2. Diese vorbereitete Check-Liste versendet er an alle Arbeiter der Konstruktionsabteilung
3. Danach ruft er in einer Woche das Meeting wegen des Startes der Integrierung von Sicherheitsanforderungen zusammen.
4. In dem Meeting ordnet der Prozessingenieur allen Sicherheitsanforderungen einen verantwortlichen Arbeiter aus der Konstruktionsabteilung zu.

**Zweiter Prozess – Implementierung von Sicherheitsanforderungen für die Abteilung Konstruktionsabteilung**

5. Der Prozessingenieur für die Sicherheit organisiert mit jedem verantwortlichen Arbeiter das Meeting, in dem Meeting werden alle Anforderungen konsultiert, wie konkret die Anforderungen implementiert werden und bis wann.
6. Der Prozessingenieur reportiert alle potenziellen problematischen Anforderungen zu dem Management.
7. Prozessingenieur macht die Anweisung zur Implementation von Sicherheitsanforderungen zu allen Arbeiter.
8. Jeder Arbeiter führt die Implementation durch.

**Dritter Prozess – Prüfung der Implementation von Sicherheitsanforderungen für die Konstruktionsabteilung**

9. Die Durchführung der Überprüfung.

**Vierter Prozess – Aufgaben für die Erfüllung von Sicherheitsanforderungen**

10. Bei Überprüfungen, die negative sind, ruft der Prozessingenieur ein Meeting der gesamten Abteilung zusammen.
11. In dem Meeting ist von neuem festgelegt, wie die Anforderungen implementiert werden, und der Prozessingenieur füllt den 8D Report in der Zusammenarbeit mit verantwortlichen Arbeiter.
12. Aufgrund des 8D Reports implementiert der verantwortliche Arbeiter die Anforderungen.
13. Die präventiven Abstellmaßnahmen sind eingeführt.
14. Durchführung der zweiten Überprüfung.
15. Wenn die Überprüfung negativ ist, der nächste Schritt ist Schritt 9.

Typ des Dokuments

Logo der Firma

**Technische und organisatorische Instruktion**

---

Name des Dokuments

Bezeichnung

**Instruktion der Implementierung von Sicherheitsanforderungen  
für die Konstruktionsabteilung**

**ANHANG 2**

Ausgearbeitet von

Akzeptiert von

Ausgabe

Revision

Alexandr Božek

24. 5. 2016

0

---

**Der Ausgang von Prozessen**

16. Der Prozessingenieur für die Sicherheit füllt die Check-Liste für die Konstruktionsabteilung komplett ein.
17. Prozessingenieur für die Sicherheit präsentiert die Ausgänge dem Management.
18. Management bewilligt die Ausgänge.
19. Prozessingenieur für die Sicherheit archiviert die Check-Listen.

Typ des Dokuments

Logo der Firma

**Technische und organisatorische Richtlinie**

---

Name des Dokuments

Bezeichnung

**Richtlinie des Ökodesigns für die Planungsetappe**

**ANHANG 3**

Ausgearbeitet von

Akzeptiert von

Ausgabe

Revision

Alexandr Božek

24. 5. 2016

0

---

**Inhalt**

Einteilung.....	2
Erster Teil – Zusammensetzung des Projektteams .....	2
Zweiter Teil – Die Spezifikation von Kriterien für die Auswahl des Produkts zur Innovation (zur Einführung des Ökodesigns).....	2
Dritter Teil – die Auswahl des Produkts zur Einführung des Ökodesign .....	3
Vierter Teil – Zusammenstellung des Plans und Kostenvoranschlags für das Projekt .....	3
Fünfter Teil – Identifikation von Hindernissen und Risiken .....	3

**Technische und organisatorische Richtlinie**

---

Name des Dokuments

Bezeichnung

**Richtlinie des Ökodesigns für die Planungsetappe****ANHANG 3**

Ausgearbeitet von

Akzeptiert von

Ausgabe

Revision

Alexandr Božek

24. 5. 2016

0

---

**Einteilung**

Diese Richtlinie dient für die Erklärung von Informationen über die Implementierung des Ökodesign in die Planungsetappe. Das Dokument ist für das breite Verständnis von allen Teilen ausgearbeitet. Dieses Dokument ist bestimmt für alle Seiten, die im Ökodesign partizipieren, aber vornehmlich für Projektteam und Management.

Planungsetappe ist in 5 Teilen realisiert. In der Planungsetappe ist das Projektteam festgestellt, sind die Kriterien für den Auswahl für das Ökodesign spezifiziert, ist das Produkt für die Implementierung des Ökodesign ausgewählt, ist ein Plan und der Kostenvoranschlag für das Projekt zusammengestellt und sind die Hindernisse und Risiken identifiziert.

**Erster Teil – Zusammensetzung des Projektteams**

Das Team muss aus den Arbeitern zusammengesetzt werden, die aus den verschiedenen Abteilungen sind. Konkrete Zahl ist nicht festgestellt.

Das Team muss einen Prozessingenieur für das Ökodesign haben. Dieser Ingenieur befasst sich mit der Implementierung des Ökodesign im Sinn des Prozesses. Der Prozessingenieur hat in seiner Kompetenz die Realisierung der Methodik, er ist für die Realisation der Teilprozessen verantwortlich und führt und korrigiert das Projektteam und macht die Reporte den aktuellen Status an Management.

Das Team muss mindestens einen Konstrukteur haben. Dieser Konstrukteur befasst sich mit der Implementation des Ökodesign in der Entwicklungsphase des Produktes.

Der dritte Pflichtteilnehmer ist ein Arbeiter der Ökonomieabteilung.

Der vierte Pflichtteilnehmer ist ein Arbeiter der Produktion.

Der fünfte Pflichtteilnehmer ist ein Arbeiter der Logistik.

Der sechste Pflichtteilnehmer ist ein Arbeiter des Einkaufs.

Der siebte Pflichtteilnehmer ist ein Arbeiter der Qualitätsabteilung.

Der achte Pflichtteilnehmer ist ein Arbeiter des Marketings.

Der neunte **Un**pflichtteilnehmer ist ein Arbeiter des Managements.

Der Ausgang ist ein zusammengesetztes Projektteam und ein ausgefühltes Protokoll über das Projektteam.

**Zweiter Teil – Die Spezifikation von Kriterien für die Auswahl des Produkts zur Innovation (zur Einführung des Ökodesigns)**

Das Team begrenzt die Kriterien für die Auswahl mit einer Schöpferischmethode oder kann auch andere Technik benutzen. Die rechte Technik und Methode ist nicht festgestellt.

**Technische und organisatorische Richtlinie**

---

Name des Dokuments

Bezeichnung

**Richtlinie des Ökodesigns für die Planungsetappe****ANHANG 3**

Ausgearbeitet von

Akzeptiert von

Ausgabe

Revision

Alexandr Božek

24. 5. 2016

0

---

Leader des Meetings ist der Prozessingenieur.

Das erste Kriterium muss das Verkaufsvolumen des Produkts reflektieren.

Das zweite Kriterium muss die Auswirkung des gegebenen Produkts auf die Umweltqualität sein.

Das dritte Kriterium muss Potential der Reduzierung der environmentalen Auswirkungen des Produkts sein.

Weitere Kriterien sind nicht pflichtig, aber zu empfehlen sind Kriterien: Durchführbarkeit, Finanz- und Personalquellen, Marketingskriterium.

Der Ausgang ist Liste der Kriterien, die das Management bewilligt.

**Dritter Teil – die Auswahl des Produkts zur Einführung des Ökodesign**

Die Auswahl des Produkts muss mit einer Schöpferischmethode durchgeführt werden oder mit der multikriterialen Analyse bei Assistenz der Teilnehmer des Teams. Leader des Meetings ist der Prozessingenieur für Ökodesign.

Der Ausgang ist ein Protokoll für das Ausgewählte Produkt für die Ökodesignapplikation.

**Vierter Teil – Zusammenstellung des Plans und Kostenvoranschlags für das Projekt**

Der Plan muss für jede festgelegte Etappe Anforderungen an Material-, Finanz-, und Personalquellen, konkrete Verantwortung für die Erfüllung und Termine der Erreichung enthalten.

Den Plan schlägt der Prozessingenieur vor und auf der Sitzung ist der Plan mit dem Team konsultiert.

Das Ziel muss mit der Technik SMART feststellen werden.

Den Plan muss das ganze Team bewilligen.

Nach der Bewilligung ist der Plan dem Management zur Bewilligung präsentiert.

Management muss den Plan bewilligen.

**Fünfter Teil – Identifikation von Hindernissen und Risiken**

In diesem Teil müssen die Hindernisse und Risiken spezifiziert werden, die können den Lauf des Projekts beeinflussen. Die Hindernisse und Risiken werden mit einer Schöpferischmethode durchgeführt werden oder kann auch eine andere Methode benutzt werden. Die rechte Technik und Methode ist nicht festgestellt.

Der Ausgang ist Liste der Hindernissen und Risiken.

Name des Dokuments  
**Instruktion des Ökodesigns für die Planungsetappe**

Bezeichnung  
**ANHANG 4**

Ausgearbeitet von  
Alexandr Božek

Akzeptiert von

Ausgabe  
24. 5. 2016

Revision  
0

---

## Inhalt

Einteilung.....	2
Erster Teil – Zusammensetzung des Projektteams .....	2
Zweiter Teil – Die Spezifikation von Kriterien für die Auswahl des Produkts zur Innovation (zur Einführung des Ökodesigns).....	2
Dritter Teil – die Auswahl des Produkts zur Einführung des Ökodesigns .....	2
Vierter Teil – Zusammenstellung des Plans und Kostenvoranschlags für das Projekt.....	2
Fünfter Teil – Identifikation von Hindernissen und Risiken .....	3

**Technische und organisatorische Instruktion**

---

Name des Dokuments

Bezeichnung

**Instruktion des Ökodesigns für die Planungsetappe****ANHANG 4**

Ausgearbeitet von

Akzeptiert von

Ausgabe

Revision

Alexandr Božek

24. 5. 2016

0

---

**Einteilung**

Diese Instruktion dient für Erklärung der Informationen über die Implementierung des Ökodesign in die Planungsetappe. Das Dokument ist das breite Verständnis von allen Teilen ausgearbeitet. Dieses Dokument ist bestimmt für alle Seiten, die im Ökodesign partizipieren, aber vornehmlich für zu alle verantwortlichen, für Personen und für Projektteam und für Management.

**Erster Teil – Zusammensetzung des Projektteams**

1. Der Prozessingenieur schlägt dem Management nach dem Start des Projekts die Mitglieder des Teams vor.
2. Nach der Abstimmung des Projektteams kontaktiert der Prozessingenieur jeden Teilnehmer und erklärt ihm die Partizipation.
3. Danach füllt das Protokoll über das Projektteams aus.

**Zweiter Teil – Die Spezifikation von Kriterien für die Auswahl des Produkts zur Innovation (zur Einführung des Ökodesigns)**

4. Der Prozessingenieur ruft das erste Treffen zusammen, um mit dem Ziel Kriterien festzustellen.
5. Das Team beschließt die Methode, die für die Spezifikation von Kriterien benutzt wird.
6. Nach der Methode wählt das Team alle Kriterien.
7. Der Prozessingenieur arbeitet danach die Liste von Kriterien aus und liest sie dem Management zu bewilligen vor.
8. Management muss die Liste bewilligen, damit der nächste Schritt zu anfangen werden kann.

**Dritter Teil – die Auswahl des Produkts zur Einführung des Ökodesign**

9. Der Prozessingenieur ruft das Meeting für die Auswahl des Produkts zur Einführung des Ökodesign zusammen.
10. Der Prozessingenieur leitet die Auswahl des Produkts mit der multikriterialen Analyse oder durch die Diskussion oder durch eine andere Methode.
11. Danach füllt Prozessingenieur das Protokoll über ausgewähltes Produkt aus.

**Vierter Teil – Zusammenstellung des Plans und Kostenvoranschlags für das Projekt**

12. Der Prozessingenieur ruft das Meeting über die Zusammenstellung des Plans und Kostenvoranschlags für das Projekt zusammen.
13. Team stellt den Plan und Kostenvoranschlags für das Projekt zusammen
14. Danach füllt Prozessingenieur das Protokoll über den Plan und Kostenvoranschlags für das Projekt ein.

Typ des Dokuments

Logo der Firma

**Technische und organisatorische Instruktion**

---

Name des Dokuments

Bezeichnung

**Instruktion des Ökodesigns für die Planungsetappe**

**ANHANG 4**

Ausgearbeitet von

Akzeptiert von

Ausgabe

Revision

Alexandr Božek

24. 5. 2016

0

---

**Fünfter Teil – Identifikation von Hindernissen und Risiken**

15. Der Prozessingenieur ruft das Meeting mit dem Ziel Identifikation von Hindernissen und Risiken zusammen.
16. Team spezifiziert die Hindernisse und Risiken, die das Projekt beeinflussen könnten.
17. Nachdem füllt Prozessingenieur das Protokoll über Hindernisse und Risiken aus.