

Hochschule Merseburg

Ingenieur- und Naturwissenschaften

Bachelorstudiengang: Maschinenbau

Bachelorarbeit

# **Optimierung einer Gehäusekonstruktion für ein DCIM- Modul**

Autor: Haase, Melchior

21373

Gutachter: Prof. Dr.-Ing. Wolf-Dietrich Knoll

Dipl. - Ing. Joachim May

Peter Putsch

Abgabetermin: 12.07.2018

Eingereicht am: 10.07.2018

# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis.....</b>	<b>II</b>
<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>IV</b>
<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>IV</b>
<b>1 Einleitung.....</b>	<b>1</b>
<b>2 Das CE - Zeichen .....</b>	<b>3</b>
2.1 Geschichte des CE - Zeichens .....	3
2.2 Grundlagen der CE-Kennzeichnung.....	4
2.2.1 Aussehen und Anbringung des CE- Kennzeichen.....	5
2.2.2 Geltungsbereich der CE – Kennzeichnung .....	6
2.3 Ablaufschritte zur Erlangung der CE – Kennzeichnung.....	7
2.3.1 Produktdefinition .....	8
2.3.2 Lieferantenüberwachung .....	8
2.3.3 Auswahl der relevanten Richtlinien und Normen.....	9
2.3.4 Konformitätsbewertungsverfahren .....	10
2.3.5 Benannte Stelle .....	11
2.3.6 Risikobeurteilung.....	11
2.3.7 Informationsbereitstellung .....	14
<b>3 Analysieren der Konstruktionsarbeit .....</b>	<b>15</b>
3.1 DCIM- Modul.....	15
3.2 Lösungsvorschläge .....	17
3.3 Bewertung der Varianten .....	19
3.4 Optimale Variante.....	20
3.4.1 Maße der Bauteile.....	22
3.4.2 Festigkeit der Gehäusekonstruktion.....	23
3.4.2.1 Festigkeit der Stangen.....	23
3.4.2.2 Standfestigkeit .....	25
3.4.2.3 Festigkeit der Zwischenverbindungen .....	28
<b>4 Ausarbeiten der optimalen Variante für die CE – Kennzeichnung .....</b>	<b>31</b>
4.1 Produktdefinition .....	31
4.2 Lieferantenüberwachung .....	31
4.3 Risikoanalyse .....	32
4.4 Technische Dokumentation .....	32
4.4.1 Montagehinweise.....	32
4.4.2 Betriebsanleitung .....	34
4.5 Ausstellen der Konformitätserklärung.....	34
<b>5 Zusammenfassung .....</b>	<b>37</b>

---

<b>Anhänge .....</b>	<b>VII</b>
Anhang 1: Baugruppenzeichnung DCIM Gehäuse .....	VII
Anhang 2: Baugruppenzeichnung Eckverbindung.....	VII
Anhang 3: Baugruppenzeichnung Zwischenhalterung .....	VII
Anhang 4: Stückliste .....	VII
Anhang 5: Einzelteilzeichnung Für Eckverbindung .....	VII
Anhang 6: Einzelteilzeichnung Für Zwischenhalterung .....	VII
Anhang 7: Einzelteilzeichnung Rohrabschnitt.....	VII
Anhang 8: Einzelteilzeichnung Grundplatte .....	VII
Anhang 9: Einzelteilzeichnung Stangenprofil kurz .....	VII
Anhang 10: Einzelteilzeichnung Stangenprofil lang.....	VII
Anhang 11: Werkstoffdatenblatt AlMgSi0,5 F22 .....	VII
<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>VIII</b>
<b>Internetquellen .....</b>	<b>X</b>
<b>Eidesstattliche Versicherung.....</b>	<b>XII</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Zeittafel – Geschichte der Europäischen Union.....	4
Abbildung 2: CE- Kennzeichen .....	5
Abbildung 3: Typenschild Tauchsäge.....	6
Abbildung 4: Geltungsbereich der CE-Kennzeichnung.....	7
Abbildung 5: Dokumentation der Grenzen der Maschine .....	13
Abbildung 6: Dokumentation der Risikobeurteilung .....	14
Abbildung 7: DCIM- Modul Prototyp .....	15
Abbildung 8: Heizungssystem und Drehzahleinstellung des Moduls.....	16
Abbildung 9: Heizzonen um den Extruder.....	16
Abbildung 10: Flansch zur Spritzgussmaschine .....	17
Abbildung 11: Variante 1.....	18
Abbildung 12: Variante 2.....	18
Abbildung 13: Variante 3.....	19
Abbildung 14: Skizze des Moduls .....	21
Abbildung 15: DCIM 3D-Model .....	22
Abbildung 16: Eulerische Knickfälle.....	24
Abbildung 17: Lage der Schwerpunkte.....	26
Abbildung 18: Kippwinkel.....	28
Abbildung 19: Normalspannung .....	30
Abbildung 20: Gehäuse des Moduls .....	33

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Bewertung der Varianten .....	20
Tabelle 2: Bestandteile des Moduls .....	23
Tabelle 3: Lage und Masse der Bauteile mit Mateial.....	27

# 1 Einleitung

Am Ende des Studiums im Bereich Maschinenbau/Mechatronik/Physiktechnik muss eine Abschlussarbeit geschrieben werden. Diese soll eine Lösungsfindung zu einem bestimmten Problem beinhalten.

Das Unternehmen Exipnos GmbH in Merseburg produziert und entwickelt Kunststoffprodukte und hat für die kostengünstigere Herstellung von fertigen Kunststoffteilen in der Industrie ein Verfahren entwickelt, welches mit jedem Spritzgießwerkzeug kompatibel ist, ohne dessen Funktion zu beeinträchtigen. Um den Vertrieb dieses Verfahrens ermöglichen zu können, muss ein Modul entwickelt werden, welches die technischen Anforderungen mit sich bringt, die bei Spritzgussverfahren von Nöten sind. Diese Anforderungen werden in dieser Arbeit näher beleuchtet, um die Gestaltung des Moduls zu erklären. Bei der Entwicklung des Verfahrens wurde, um es zu testen und Einstellungen vorzunehmen, ein Prototyp eines Moduls hergestellt, welcher für die Optimierung des Verfahrens und die Herstellung von Prüfkörpern für die Qualitätssicherung oder Versuche innerhalb des Unternehmens benutzt worden ist. Dieser Prototyp ist jedoch nicht für den Verkauf geeignet und soll deshalb nach den Regeln der Konstruktionsmethodik überarbeitet und optimiert werden. In dieser Arbeit werden verschiedene Optimierungen einer Gehäusekonstruktion für das Direct Compounding Injection Molding- Modul, kurz DCIM- Modul, wie es im Unternehmen genannt wird, vorgestellt.

Das Gehäuse des Prototyps muss so optimiert werden, dass es ein CE-Zeichen bekommen kann. Deswegen ist eine Einführung zu den Hintergründen dieses Zeichens von Nöten. Dazu wird auf die Vorgehensweise zur CE – Kennzeichnung und deren Regel eingegangen. Auf Grund der vielen Bereiche in denen eine CE – Kennzeichnung benutzt wird, ist es notwendig Schwerpunkte zu setzen. Daher wird sich vorrangig mit dem CE-Zeichen in Bezug auf Maschinen nach der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG befasst. Jedoch gibt es auch andere große Bereiche wo die CE – Kennzeichnung einen großen Stellenwert besitzt. Den wohl größten Stellenwert besitzt diese Kennzeichnung in dem technisch medizinischen Bereich, in dem kein Werkzeug oder Gerät ohne eine gründliche Prüfung nach den Richtlinien und Normen verkauft bzw. benutzt werden darf. Die Regeln in den Maschinenrichtlinien beinhalten keine so strengen Auflagen wie in dem medizinischen Bereich, dennoch müssen die Voraussetzungen und rechtlichen Grundlagen für dieses Zeichen dargelegt und beschrieben werden, damit eine fertige Konstruktion des Gehäuses Eigenschaften aufweisen, welche die Voraussetzungen erfüllen. Ein weiterer wichtiger Bereich der CE – Kennzeichnung ist in der Spielzeug- und Verpackungsindustrie zu finden. Hierbei geht es meist darum, dass Produkte dieser Kategorie keine gesundheitlichen und körperlichen Schäden für den Verbraucher mit

sich bringen<sup>1</sup>. Auch im Bereich der Baustoffe werden durch die CE – Kennzeichnung körperliche Schäden durch gefährliche Schadstoffe verhindert oder zumindest werden diese Stoffe gekennzeichnet, sodass man sich vor den Stoffen schützen kann<sup>2</sup>.

Im Anschluss wird die optimierte Variante auskonstruiert, sodass sie die Bedingungen für eine CE - Kennzeichnung erfüllt. Dazu werden die beschriebenen Regeln und Anwendungen der CE – Kennzeichnung benutzt und das Modul dementsprechend analysiert. Des Weiteren werden besonders stark beanspruchte Bauteile an dem Modul berechnet, um eine bestimmte Haltbarkeit zu erreichen und Risikofaktoren zu senken.

---

<sup>1</sup> Amtsblatt der europäischen Union, Richtlinien, Richtlinie 2009/48/EG Richtlinie des europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Juni 2009 über die Sicherheit von Spielzeug, Artikel 20ff., L130/3

<sup>2</sup> O. Ilvonen, D. Kirchner, 2010, Europäische Harmonisierung der Prüfnormen für die Freisetzung gefährlicher Stoffe aus Bauprodukten- auf dem Weg zu einer CE-Kennzeichnung mit Emissionsklassen, Seite: 151.

## 2 Das CE - Zeichen

Die aus dem Französischen stammende Abkürzung für Conformité Européenne (CE) bedeutet übersetzt „Übereinstimmung mit den EU-Richtlinien“. Ziel ist die Vereinheitlichung der Mindestanforderung an Produkte, die innerhalb der EU gehandelt werden. EU-Richtlinien sind Gesetze auf EU-Ebene, die an die Mitgliedsstaaten gerichtet sind.<sup>3</sup>

Das CE- Zeichen hat für den Verkauf von Produkten, auf dem europäischen Markt, sehr große Bedeutung. Nur Produkte, darunter fallen Maschinen, Spielsachen, technische Geräte aber auch medizinische Produkte, die dieses Zeichen besitzen, dürfen verkauft werden. Jedoch ist dieses Zeichen kein Qualitätszeichen für die Produkte die einer CE-Kennzeichnungspflicht unterliegen.

### 2.1 Geschichte des CE - Zeichens

Die Entwicklung der CE – Kennzeichnung war ein langer Prozess. Trotz dass die Kennzeichnung kein Qualitätsmerkmal darstellt, kann man aber davon ausgehen, dass es zu Beginn für qualitativ bessere und später für sicherere Produkte stand. Schon 1957 wurde ein Grundstein für einen einheitlichen Wirtschafts- und Warenverkehrsraum, welcher mit einem Vertrag zur Gründung der Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft (EWG)<sup>4</sup> geschaffen. Der Vertrag für die EWG steht für einen europaweiten, einheitlichen Sicherheitsstandard für bestimmte Produkte. Dieser Vertrag war Bestandteil der Europäischen Gemeinschaft, welche sich zu der heutigen europäischen Union entwickelt hat. Ein Ziel war es, den Handel von Erzeugnissen innerhalb der EU zu erleichtern. Dies wurde in dem sogenannten Neuen Konzept (New Approach) festgehalten und diente so als Grundlage für das Inverkehrbringen neuer Produkte auf Basis der EWG- und späteren EG-Kennzeichnung bis hin zu den heutigen EU- Richtlinien und der dazugehörigen CE-Kennzeichnung.

Anfang der 90er Jahre mussten für die Erweiterung des Binnenmarktes innerhalb Europas neue Voraussetzungen geschaffen werden, die es ermöglichten, Handelshemmnisse zwischen den Mitgliedstaaten zu verringern. Um dieses Ziel zu erreichen, musste der europäische Binnenmarkt durch Harmonisierungen der technischen Rechtsvorschriften, angeglichen werden. Dazu mussten Konzepte und Verträge entwickelt werden, welche die gegenseitige Anerkennung von Vorschriften, Normen und Spezifikationen der Mitgliederstaaten beinhalteten<sup>5</sup>.

---

<sup>3</sup> André Schneider, Zertifizierung im Rahmen der CE- Kennzeichnung, Konformitätsbewertung und Risikobeurteilung nach der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG und anderen europäischen Richtlinien, 4., überarbeitete Auflage, Seite: 19

<sup>4</sup> Vgl. Läufer, Thomas: EWG-Vertrag: Grundlage der Europäischen Gemeinschaft, Würzburg: Fränkische Gesellschaftsdruckerei – 1990

<sup>5</sup> Vgl. o.V. (2005). Merkblatt zur EU-Richtlinie 93/68/EWG. CE-Kennzeichnung. Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie: 2.

Ab dem 1.1.1995 werden diese Verträge und Konzepte durchgesetzt was bedeutet das Maschinen, laut Maschinenrichtlinien, nur dann in den Verkehr gebracht werden dürfen, wenn sie die CE- Kennzeichnung tragen und damit arbeitsschutzrelevante und gesundheitsrelevante Bestimmungen erfüllen.<sup>6</sup> Die letzte große Änderung der CE – Kennzeichnung war im Jahr 2006, in der Begriffserklärungen hinterfragt und geändert worden. Auch 2009 gab es Änderungen, um die Benutzung von Gegenständen zu regeln, damit kein Schaden zu Stande kommt und niemand verletzt wird.

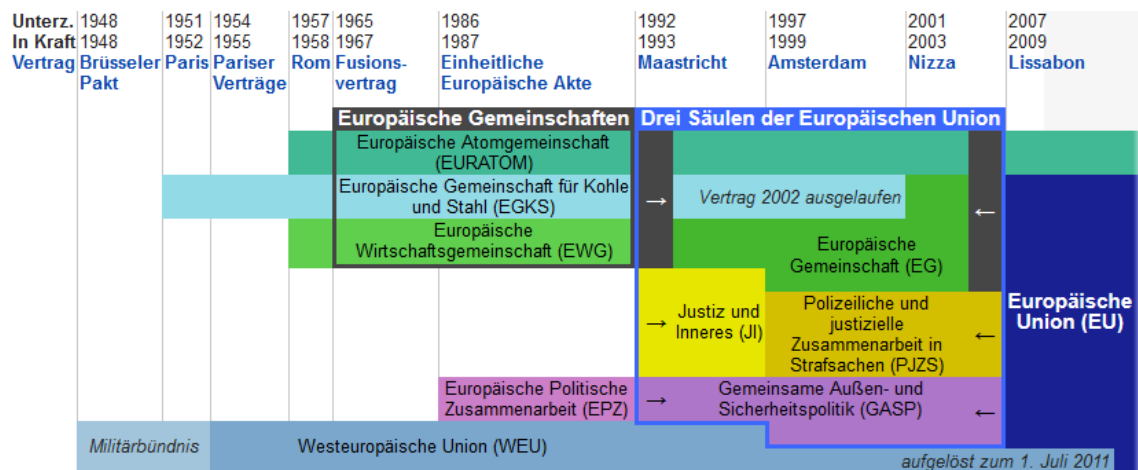


Abbildung 1: Zeittafel – Geschichte der Europäischen Union<sup>7</sup>

## 2.2 Grundlagen der CE-Kennzeichnung

Um Produkte in den europäischen Binnenmarkt einführen zu können, ist eine Bescheinigung der Einhaltung der gemeinschaftlichen Richtlinien durch den Hersteller oder einem Verantwortlichen anzuführen, damit bestätigt er, dass das Produkt zum Zeitpunkt des Inverkehrbringens bzw. der Inbetriebnahme den wesentlichen Anforderungen der anwendbaren Europäischen Richtlinien entspricht und einem Konformitätsverfahren unterzogen wurde. Der Verantwortliche kann ein Bevollmächtigter eines Unternehmens sein. Kommt kein Verantwortlicher des herstellenden Unternehmens der Verpflichtung nach, so ist der Monteur mit allen Rechtsfolgen dazu verpflichtet die CE- Kennzeichnung vorzunehmen. Wenn auch der Monteur der Verpflichtung nicht nachkommen kann, so ist der Betreiber des Gerätes nach der Arbeitsmittelbenutzungsrichtlinie 2009/104/EG gezwungen, eine Konformitätsprüfung mit den EU- Richtlinien durchzuführen und zu bewerten, damit eine CE- Kennzeichnung an dem Produkt oder dessen Verpackung angebracht werden kann<sup>8</sup>. Von besonderem Stellenwert für die weltweite

<sup>6</sup> Vgl. Voraussetzungen für da Inverkehrbringen von Maschinen in den Europäischen Wirtschaftsraum, BG ETEM, Beseitigung von Handelshemmnissen durch EG- Vertrag: 3.

<sup>7</sup> [https://de.wikipedia.org/wiki/Europ%C3%A4ische\\_Union](https://de.wikipedia.org/wiki/Europ%C3%A4ische_Union), Abrufdatum: 02.07.2018.

<sup>8</sup> André Schneider, Zertifizierung im Rahmen der CE- Kennzeichnung, Konformitätsbewertung und Risikobeurteilung nach der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG und anderen europäischen Richtlinien, VDE Verlag GmbH, 4., überarbeitete Auflage, Seite: 19-20.

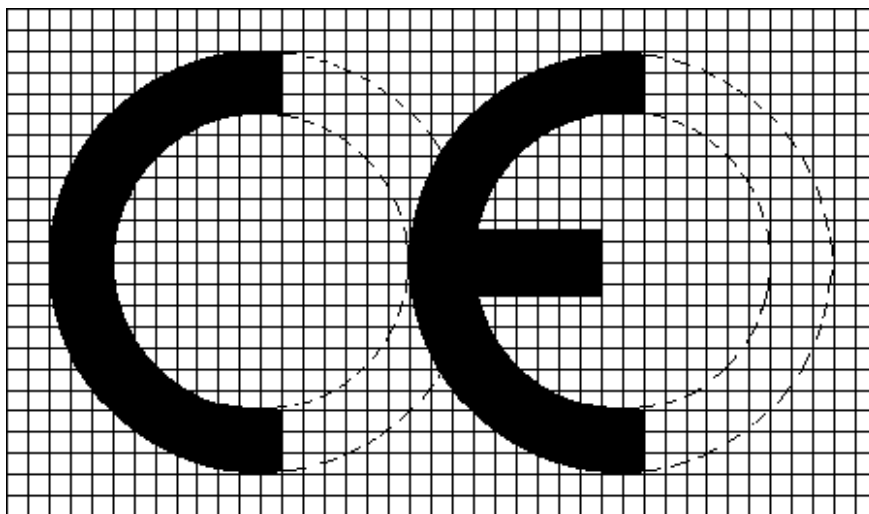


Wirtschaft ist, dass das CE- Kennzeichen auch für Produkte aus Nicht-EU-Mitgliedsstaaten verpflichtend ist, wenn sie innerhalb des EU-Binnenmarktes vertrieben werden sollen. Dies gilt sowohl für Europäische Unternehmen im Ausland als auch für völlig von der Union unabhängige Unternehmen, die in Drittstaaten ansässig sind.<sup>9</sup> So dient die CE – Kennzeichnung als „technischer Reisepass“<sup>10</sup> damit Produkte in verschiedene EU- Länder transportiert und verkauft werden können.

Für die Anbringung einer CE- Kennzeichnung muss ein neu entwickeltes oder stark umgebautes Erzeugnis bestimmten Bewertungsverfahren unterzogen werden. Diese Bewertungsverfahren dienen der Überprüfung des Produktes, ob es den Gemeinschaftsrichtlinien innerhalb der EU gerecht wird und wird sowohl auf Anfrage von Käufern als auch stichprobenartig durchgeführt. Sollte die CE- Kennzeichnung trotz Missachtung der Richtlinien angebracht werden, muss ein Bußgeld nach der Produktsicherheitsrichtlinie §6 abs. 1 ProdSG geleistet werden.<sup>11</sup>

### 2.2.1 Aussehen und Anbringung des CE- Kennzeichen

Bevor man eine CE- Kennzeichnung machen kann, sollte man wissen wie ein CE- Kennzeichnung aussieht. Die nachfolgende Abbildung zeigt welche Form ein solches Zeichen besitzt.



**Abbildung 2: CE- Kennzeichen<sup>12</sup>**

In der Abbildung erkennt man, das Schriftbild der CE- Kennzeichnung. Sie besteht aus einem großen C und E Buchstaben. Das Abgebildete Raster bestimmt die Proportionen

<sup>9</sup> <http://interculturecapital.de/ce-kennzeichnung-fuer-importe-und-exporte-zwischen-china-und-der-eu>, Abrufdatum: 30.6.2018.

<sup>10</sup> Jürgen Ensthaler, Andreas Füßler, Dagmar Nuissl, Juristische Aspekte des Qualitätsmanagements, Seite 211-213.

<sup>11</sup> <http://www.maschinen-sicherheit.net/07-seiten/6100-ce-kennzeichnung.php>, Abrufdatum 2.5.2018.

<sup>12</sup> Michael Loerzer, Peter Buck, Andreas Schwabedissen, Rechtskonformes Inverkehrbringen von Produkten, In 10 Schritten zur Konformitätserklärung, Beuth Verlag GmbH, 1. Auflage, Seite 157.

des Zeichens, welche je nach Größe nicht abweichen dürfen. Eine genaue Vorschrift für die Größe der Kennzeichnung gibt es nicht, jedoch wird eine Mindesthöhe von 5mm angegeben. Die Kennzeichnung erfolgt meistens auf dem Maschinen- oder Typenschild, auf den bestimmte Informationen wie Name und Anschrift des Herstellers, Bezeichnung der Serie bzw. Seriennummer, das Baujahr der Maschine und die CE- Kennzeichnung gedruckt sind. Weitere Bestandteile auf einem Typenschild können die Leistung von Motoren oder der Stromverbrauch des Produktes sein.<sup>13</sup> Ein Beispiel für die Anbringung der Kennzeichnung in einem Typenschild ist in der nachfolgenden Abbildung zu sehen. Hierbei handelt es sich um eine Tauchsäge, die neben der CE – Kennzeichnung durch Prüfstellen (TÜV Süd, GS – Kennzeichnung) auf ihre Sicherheit und Funktion getestet und bewertet wurde.



Abbildung 3: Typenschild Tauchsäge<sup>14</sup>

Oft ist die CE – Kennzeichnung auch auf den Datenblättern enthalten, dies tritt vor allem bei kleinen elektrischen Bauteilen oder bei Baustoffen in Kraft.

### 2.2.2 Geltungsbereich der CE – Kennzeichnung

Wie schon erwähnt, ist die CE – Kennzeichnung eine Bescheinigung, Produkte, die einer Kennzeichnungspflicht unterliegen, in den europäischen Binnenmarkt einführen zu dürfen. Daher ist der Geltungsbereich in allen 28 Ländern<sup>15</sup> die der europäischen Union angehören und in den Staaten die dem europäischen Wirtschaftsraum (EEA) angehören. In der nachfolgenden Abbildung werden die Länder gezeigt, in denen das CE-Kennzeichen benötigt wird. Dabei ist erkennbar, dass die Schweiz weder ein Mitgliedsstaat der EU ist noch dem europäischen Wirtschaftsraum angehört. Dennoch wird auch

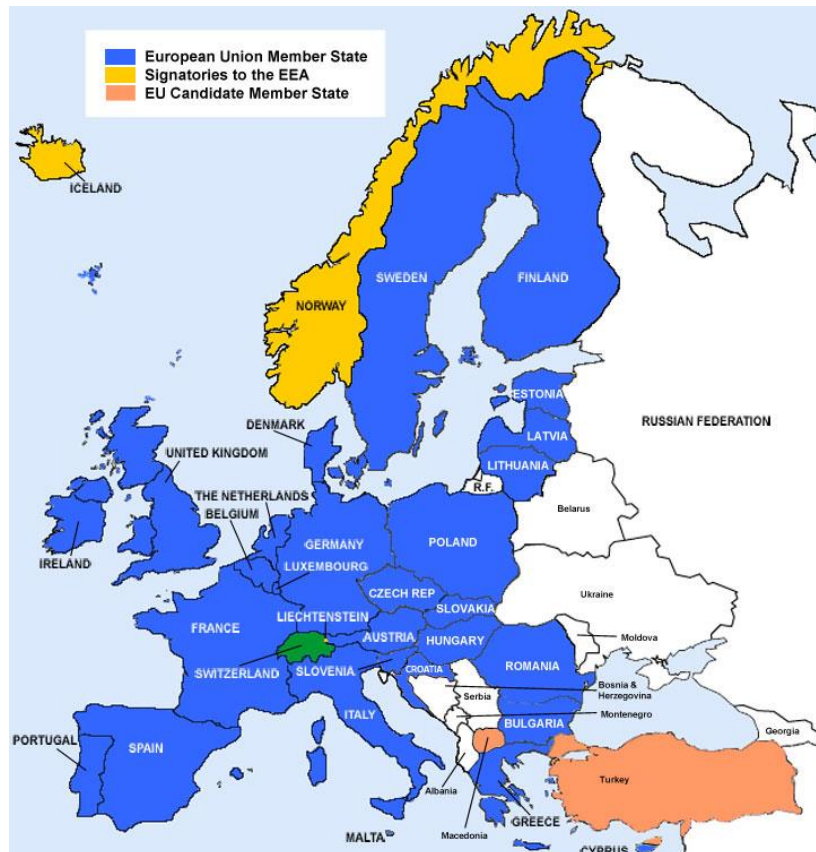
<sup>13</sup> <https://www.ce-zeichen.de/ce-zeichen-und-faq.html>, Abrufdatum: 30.06.2018.

<sup>14</sup> <https://www.weka-manager-ce.de/maschinenrichtlinie/typenschilder-maschinenrichtlinie-2006-42-eg/>, Abrufdatum: 02.07.2018.

<sup>15</sup> [https://europa.eu/european-union/about-eu/countries\\_de#tab-0-0](https://europa.eu/european-union/about-eu/countries_de#tab-0-0), Abrufdatum: 14.05.2018.

hier, durch nationales Recht in der Schweiz, eine CE – Kennzeichnung von verschiedenen Produkten, wie medizinische Produkte, verlangt.

Die CE – Kennzeichnungspflicht ist in den EU-Richtlinien veröffentlicht und geregelt. In den Amtsblättern der EU werden die Richtlinien veröffentlicht.



**Abbildung 4: Geltungsbereich der CE-Kennzeichnung**

Ausgenommen von der Notwendigkeit der CE – Kennzeichnung im Maschinen- und Anlagenbau sind Produkte die regulären Richtlinien oder andere Konformitätszeichen unterliegen. Unter diesen Richtlinien zählen die Arbeitsmittelrichtlinie 2009/104/EG, die Lärmrichtlinie 2003/10/EG und die Arbeitsstättenrichtlinie 89/654/EWG. Produkte die unter die Maschinenrichtlinie 2006/42/EG, Niederspannungsrichtlinie 2006/95/EG, EMV-Richtlinie 2004/108/EG, Druckgeräterichtlinie 97/23/EG, Bauproduktrichtlinie 89/106/EWG und die ATEX-Richtlinie 94/9/EG.

### 2.3 Ablaufschritte zur Erlangung der CE – Kennzeichnung

Um eine CE – Kennzeichnung zu erlangen, sind eine Reihe von Arbeitsschritten zu erledigen, welche aufeinander aufbauen und deshalb in der vorgeschlagenen Reihenfolge abgearbeitet werden sollten <sup>16</sup>.

<sup>16</sup> [https://europa.eu/european-union/about-eu/countries\\_de#tab-0-0](https://europa.eu/european-union/about-eu/countries_de#tab-0-0), Abrufdatum: 14.05.2018.

Der erste Schritt zur Erlangung einer CE – Kennzeichnung ist die Produktdefinition. Im zweiten Schritt ist es vorgesehen zugekaufte Teile in der Lieferantenüberwachung zu kontrollieren. Nach dem Überprüfen der dazugekauften Produkte müssen die Richtlinien und Normen, die zu dem Produkt zutreffend sind, ausgewählt werden. Des Weiteren ist ein mögliches Konformitätsbewertungsverfahren auszuwählen. Im fünften Schritt ist es in bestimmten Fällen, wie der Untersuchung der elektrischen Gefährdung, notwendig, eine notifizierte Stelle zu kontaktieren, um sich die Konformität des Produktes von Dritten zertifizieren zu lassen. Danach ist eine Risikobeurteilung, die vor der Reform im Jahr 2006 „Gefährdungsanalyse“ genannt wurde, durchzuführen. Als nächstes muss gewährleistet werden, ob die Vorgaben aus den Richtlinien eingehalten wurden. Zusätzlich ist die Informationsbereitstellung sicher zu stellen. Im Anschluss daran ist die Erstellung der technischen Dokumentation vorgesehen. Im zehnten Schritt wird die Prüfung und Korrektur der Betriebsanleitung durchgeführt. Erst dann kann die Konformitätserklärung bestätigt, das CE – Kennzeichen angebracht und der Markteintritt sichergestellt werden<sup>17</sup>.

### 2.3.1 Produktdefinition

Die Produktdefinition befasst sich mit der Beschreibung des Produktes, damit verbunden sind die Produktbezeichnung, Produkteigenschaften und die Produktbestandteile. Des Weiteren wird in diesem Schritt festgestellt, inwiefern das Produkt den EG - Richtlinien unterliegt. So muss zum Beispiel der Hersteller sagen können, ob das Produkt den Anforderungen der EG – Maschinenrichtlinien entspricht und es sich dementsprechend auch um eine Maschine handelt. Wenn es sich um eine Maschine nach der EG - Maschinenrichtlinie 2006/42/EG<sup>18</sup> handelt, so muss auch die Art der Maschine bestimmt werden. Dabei kann eine Maschine vollständig und verwendungsfertig geliefert werden oder die gelieferten Teile vom Hersteller zusammgebaut werden. Weitere Arten sind, dass die Maschine Teil einer Gesamtmaschine ist, oder es handelt sich um eine Ausrüstung bzw. ein Sicherheitsbauteil.

### 2.3.2 Lieferantenüberwachung

Für viele Produkte werden zugekaufte Bauteile und auch Baugruppen verwendet. Dabei besitzen vor allem Baugruppen meist schon eine CE – Kennzeichnung, welche durch den Lieferanten durchgeführt worden ist. Bei der Weiterverarbeitung und in Verkehr bringen dieser Bauteile und Baugruppen ist das Unternehmen, welches daraus ein neues Produkt herstellt, in der Pflicht, sich über die Konformität mit den EG – Richtlinien der

---

<sup>17</sup> André Schneider, Zertifizierung im Rahmen der CE- Kennzeichnung, Konformitätsbewertung und Risikobeurteilung nach der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG und anderen europäischen Richtlinien, VDE Verlag GmbH, 4., überarbeitete Auflage, Seite: 23.

<sup>18</sup> 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) Artikel 2.

Bauteile und über die ordnungsgemäße CE – Kennzeichnung zu informieren.<sup>19</sup> Sollte dies nicht nachgeprüft werden und es zum Schadensfall an einem zugekauften Bauteil gekommen sein, so ist das Unternehmen mit verantwortlich, welches das gesamte Produkt in Verkehr gebracht hat. Für eine erleichterte Lieferantenüberwachung wird empfohlen, geeignete Lieferanten auszusuchen, welche ihre Bauteile oder Baugruppen mithilfe von Qualitätssystemen zum Beispiel nach DIN - Normen oder Baugruppen und Bauteile mit dem allgemeinen Teil der technischen Dokumentation herstellen.

### **2.3.3 Auswahl der relevanten Richtlinien und Normen**

Für die Bearbeitung der Richtlinien und Normen werden Generalsekretäre in der europäischen Kommission beauftragt. Neue Richtlinien müssen von den EU-Mitgliedstaaten inhaltlich unverändert in nationales Recht umgesetzt werden.

Bevor man ein Produkt bewerten kann, sodass es eine CE – Kennzeichnung bekommt, muss man Bewertungskriterien auswählen. Diese werden in dem dritten Schritt mit der Auswahl relevanter Richtlinien und Normen gefunden. Dabei ist darauf zu achten das diese Richtlinien und Normen Konformität zu den Richtlinien der CE- Kennzeichnung besitzen. In den Richtlinien und Normen wird festgelegt, wie etwas gebaut werden muss, damit es sicher verwendet werden kann.

Dies ist ein sehr undurchsichtiger Schritt, da es verschiedene Richtlinien und Gesetze gibt, die durch neue nicht ersetzt, sondern durch andere Richtlinien geändert werden<sup>20</sup>.

Dennoch gibt es relevante Richtlinien die man beim Bau von Maschinen mit einbeziehen muss, um die Sicherheit der Maschine zu gewährleisten und Gefahren abzuwenden. Das wäre zum einen die EG – Maschinenrichtlinie, in der wichtige Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen für das Konzipieren und Bauen von Maschinen und Sicherheitsbauteilen. In der EG – Maschinenrichtlinie sind verschiedene Gefahren dargestellt welche verhindert werden müssen. Dies liegt vor allem an den verschiedenen Produkten die mit dieser Richtlinie betrachtet werden. Jedoch werden diese Richtlinien nur verwendet, wenn von der Maschine auch eine Gefahr ausgeht. Nur Anforderungen wie Integration der Sicherheit, Anforderungen zur Kennzeichnung und Betriebsanleitung gelten unter dieser Prämisse allein aus der Sorgfaltspflicht des Herstellers immer.

Eine weitere relevante Richtlinie ist die EG – Richtlinie über die elektromagnetische Verträglichkeit, welche Geräte erfasst, die elektromagnetische Störungen verursachen

---

<sup>19</sup><https://www.weka-manager-ce.de/konformitaetserklaerung/konformitaetserklaerung-anfaenger-10-schritten-ce-kennzeichnung/>, Abrufdatum: 14.5.2018.

<sup>20</sup> André Schneider, Zertifizierung im Rahmen der CE- Kennzeichnung, Konformitätsbewertung und Risikobeurteilung nach der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG und anderen europäischen Richtlinien, VDE Verlag GmbH, 4., überarbeitete Auflage, Seite: 29-30.

oder durch Störungen den Betrieb der Maschine beeinträchtigen können<sup>21</sup>. Diese Richtlinie ist für den ordnungsgemäßen Betrieb der Maschine wichtig, da alle Geräte untereinander störungsfrei funktionieren sollen. Die elektromagnetische Verträglichkeit sind begriffslogisch nur dann anzuwenden, wenn auch elektromagnetische Bauteile verbaut werden oder die Störfestigkeit der Maschine bei Benutzung der Maschine nachgewiesen werden muss.

Die dritte relevante Richtlinie ist die EG – Niederspannungsrichtlinie, diese stellt sicher, dass innerhalb der Mitgliedstaaten der Stand der Technik eingehalten wird und bestimmte Spannungsgrenzen nicht über- bzw. unterschritten werden<sup>22</sup>. Hiermit wird sichergestellt, dass von elektrische Betriebsmittel, bei ordnungsgemäßer Installation und Verwendung, keine Gefahr für Menschen, Tiere und der Umgebung ausgeht. Für die Sicherheit der Maschine müssen Sicherheitsziele, welche im Anhang 1 der Niederspannungsrichtlinie aufgeführt sind beachtet und eingehalten werden<sup>23</sup>.

Des weiteren ist ein Produkt auf auch andere Richtlinien zu prüfen unter die es fallen könnte, wie der Druckgeräte richtlinie, Bauprodukt richtlinie oder der ATEX-Richtlinie.

Um zu beurteilen, welche Richtlinien in Frage kommen können, ist es im Maschinen- und Anlagenbau wichtig, das Produkt auf die genannten Richtlinien zu beziehen und zu prüfen, welche Richtlinie zutreffend ist.

### 2.3.4 Konformitätsbewertungsverfahren

Das Konformitätsbewertungsverfahren stellt den wichtigsten Schritt zur CE-Kennzeichnung dar. Durch die Bewertung eines Produktes weist der Hersteller nach, dass das Produkt den Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen entspricht. Maschinen und Sicherheitsbauteile können verschiedenen Konformitätsbewertungsverfahren unterliegen. Welches Verfahren zur Anwendung kommen kann, hängt davon ab, ob die Maschine oder das Sicherheitsbauteil unter den Anhang IV der Maschinenrichtlinie fällt<sup>24</sup>. Je nach Risikoklasse der Maschine kann die Konformität vom Hersteller selbst oder von einer benannten Stelle nachgewiesen werden. Die Überprüfung durch eine benannte Stelle ist bei fast allen medizinischen Produkten Pflicht. Bei Maschinen aus anderen Bereichen reicht es meistens, wenn die Konformität vom Hersteller nachgewiesen wird.

---

<sup>21</sup> Ein Service des Bundesministeriums der Justiz und für Verbraucherschutz in Zusammenarbeit mit der juris GmbH, Gesetz über die elektromagnetische Verträglichkeit von Betriebsmitteln (Elektromagnetische-Verträglichkeit-Gesetz - EMVG), Seite: 2.

<sup>22</sup> Niederspannungsrichtlinie 2014/35/EU, Leitfaden, Elektrische Betriebsmittel zur Verwendung innerhalb bestimmter Spannungsgrenzen, Seite:4.

<sup>23</sup> Niederspannungsrichtlinie 2014/35/EU, Leitfaden, Elektrische Betriebsmittel zur Verwendung innerhalb bestimmter Spannungsgrenzen, Seite:65.

<sup>24</sup><http://www.dguv.de/dguv-test/prod-pruef-zert/konform-prod/maschinen/konform-verfahren/index.jsp>, Abrufdatum: 28.5.2018.

### 2.3.5 Benannte Stelle

Um die Konformitätsbewertung zu begleiten, werden benannte Stellen benötigt. Diese sind meist private Prüfstellen, die staatlich anerkannt und überwacht werden. Diese Prüfstellen sind immer neutrale Organisationen und handeln unabhängig von anderen. Jedoch werden die benannten Stellen von EU – Mitgliedsstaaten ernannt und unterliegen so auch der Souveränität dieser Staaten<sup>25</sup>.

Als Beispiel für eine benannte Stelle ist die EG – Baumusterprüfung, welche eine Zertifizierung der Einhaltung der Konformität von Maschinen oder Sicherheitsbauteilen durchführt. Eine benannte Stelle wie die Baumusterprüfung kommt zum Einsatz, wenn es die Maschinenrichtlinie vorschreibt, der Käufer der Produkte eine Prüfung von einer unabhängigen dritten Stelle verlangt oder der Hersteller sich für eine freiwillige Prüfung entscheidet<sup>26</sup>.

### 2.3.6 Risikobeurteilung

Bevor man eine CE – Kennzeichnung anbringen darf, muss der Hersteller eine Risikobeurteilung durchführen. Dies wird in der Maschinenrichtlinie gefordert<sup>27</sup>. Dafür müssen Risiken beim Transport, Montage, Einrichtbetrieb, Normalbetrieb, Wartung, Instandsetzung und der Demontage erfasst werden, welche durch fehlerhafte oder falsche Bedienung auftreten können oder mit denen bei der Benutzung nicht gerechnet werden kann, wie z.B. einen elektrischen Schlag während der Benutzung. Zusätzlich müssen diese Risiken auch reduziert werden, sodass eine ausreichende Sicherheit dem Benutzer zur Verfügung steht. Die Risikobeurteilung stellt einen fortlaufenden Prozess dar, der Bestandteil der technischen Dokumentation ist<sup>28</sup>. Für die Risikobeurteilung wurde ein Leitfaden in der Norm EN ISO 12100 (EN 292) ausgearbeitet, um die Herstellung von Maschinen zu erleichtern. Dabei gibt es verschiedene Risiken und Gefährdungen, welche von den Maschinen ausgehen können. Dazu gehören mechanische, elektrische und sonstige Gefährdungen.

Zu den mechanischen Gefährdungen gehören alle Verletzungen, die durch bewegliche Teile hervorgerufen werden können, wie Quetschen, Schneiden oder Abschneiden, Stoßen, Reibung oder Abschürfung, sowie Durchstich oder Einstich<sup>29</sup>.

---

<sup>25</sup> <http://www.maschinen-sicherheit.net/07-seiten/6600-benannte-stelle.php>, Abrufdatum 28.5.2018.

<sup>26</sup> André Schneider, Zertifizierung im Rahmen der CE- Kennzeichnung, Konformitätsbewertung und Risikobeurteilung nach der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG und anderen europäischen Richtlinien, VDE Verlag GmbH, 4., überarbeitete Auflage, Seite: 51.

<sup>27</sup> Maschinenrichtlinie 2006/42/EG Absatz 13.

<sup>28</sup> Gem. Anhang VII Teil A Nr. 1 der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG.

<sup>29</sup> <https://www.qualitaetsmanagement-qm.de/arbeitschutzmanagement-ausgaben-prosys/gefaehrdungsbeurteilung-mechanische-gefaehrdungen/>, Abrufdatum 30.06.2018.

Bei den elektrischen Gefährdungen kann es zu Verbrennungen, elektrische Schlägen und zu tödlichen Verletzungen durch Berühren von spannungsführenden Teilen, oder von Teilen welche durch fehlerhafte Isolation Spannung führen, elektrostatisch aufgeladenen Teilen oder auch Kurzschlüsse und Überlastungen kommen.

Gefährdungen wie Schwingungen, Strahlung, Ausrutschen und Stolpern, Vernachlässigung ergonomischer Grundsätze und Lärm gehören zu den sonstigen Gefährdungen<sup>30</sup>.

In der Risikobeurteilung geht es darum, die möglichen Risiken, die auftreten können zu minimieren, da sonst Schäden an der Maschine auftreten können oder der Benutzer verletzt wird. Möglichkeiten zur Verkleinerung der Gefährdungen sind in erster Linie vom Konstrukteur festzulegen. Dabei sind Maßnahmen wie die Festlegung der Grenzen (Verwendungsgrenzen, räumliche Grenzen, Umgebungsgrenzen, zeitliche Grenzen)<sup>31</sup> und der bestimmungsgemäßen Verwendung der Maschine und das Identifizieren von Gefährdungen und den zugehörigen Gefährdungssituationen vorzunehmen. Zudem muss der Konstrukteur das Risiko einschätzen, bewerten und letztendlich beseitigen, um einen reibungslosen Ablauf zu gewährleisten. Sollten jedoch Risiken auftreten, welche nicht oder nur sehr schwer beseitigt werden können, so sollte die entsprechende Stelle der Maschine gesichert oder durch Warnhinweise und Instruktionen gekennzeichnet werden. Dabei ist auch auf die Phasen der Maschine zu beachten, die vor der Inbetriebnahme und nach Ablauf der Lebensdauer stattfinden.

Für die Dokumentation der Risikobeurteilung werden verschiedene Vorlagen<sup>32</sup> benötigt.

---

<sup>30</sup> Patrick Gehlen, Funktionale Sicherheit von Maschinen und Anlagen, Umsetzung der europäischen Maschinenrichtlinien in der Praxis, Publicis Corporate Publishing, Erlangen, Seite: 82-84.

<sup>31</sup> Patrick Gehlen, Funktionale Sicherheit von Maschinen und Anlagen, Umsetzung der europäischen Maschinenrichtlinien in der Praxis, Publicis Corporate Publishing, Erlangen, Seite: 85.

<sup>32</sup> Patrick Gehlen, Funktionale Sicherheit von Maschinen und Anlagen, Umsetzung der europäischen Maschinenrichtlinien in der Praxis, Publicis Corporate Publishing, Erlangen, Seite: 101.



Risikobeurteilung: Bestimmung der Grenzen der Maschine						
Maschine:						
Bestimmungsgemäße Verwendung, Verwendungsgrenzen:						
Räumliche Grenzen: Systeme und Einflüsse, welche die Systemgrenzen durchdringen, sind auf der Zeichnung eingezeichnet.						
Zeitliche Grenzen: Lebensdauer der Maschine: Jahre						
Verschleissstelle:				Lebensdauer:		
Lebensphasen, Betriebsarten:	Betroffene Personen					
	Anwender*	Dritte	...	...	...	...
Bau						
Transport						
Inbetriebnahme						
Einsatz/Gebrauch						
Normalbetrieb						
Ausserbetriebnahme						
Entsorgung						
* Ausbildung des Anwenders:						
Einsatzbereich:						
Datum:	Visum:	Seite:	von			

**Abbildung 5: Dokumentation der Grenzen der Maschine**

Das Dokument in Abbildung 3 ist ein Beispiel für eine Dokumentation. Hierbei werden die Grenzen der Maschine bestimmt und die möglichen Gefahren für Personen in den Lebensphasen der Maschine erfasst. Jedoch werden in diesem Dokument keine Risikominimierungsmaßnahmen notiert, weshalb meist noch auf zusätzliche Dokumente zurückgegriffen werden muss. Wie in Abbildung 4 zu sehen, werden hier auch die Ursachen dokumentiert und können so minimiert werden. Des weiteren können auch aufgrund der Risiken Schutzmaßnahmen getroffen werden, welche den Betrieb der Maschine erleichtern und auch sicherer machen. Diese Schutzmaßnahmen können sich als Absperrung oder Sensoren bzw. Schaltern wiederfinden. Auch durch ergonomische Gefährdungen kann ein Risiko bestehen, welches durch den Konstrukteur gemindert werden muss.



### 3 Analysieren der Konstruktionsarbeit

Nachdem die CE – Kennzeichnung theoretisch behandelt worden ist, soll dieses Wissen auch an einem Beispiel angewendet werden.

#### 3.1 DCIM- Modul

Das Verfahren welches 2014 den dritten Platz in der Kategorie Innovativste Produktentwicklung, des Hugo Junkers Preises belegt hat <sup>35</sup>, ist für eine Spritzgussmaschine bestimmt. Dieses Verfahren, in Verbindung in einem DCIM- Modul (Direct Compounding Injection Molding- Modul), bringt viele Vorteile im Bereich der Verarbeitung und Nutzung von Kunststoffen mit sich, da dabei der zu bearbeitende Kunststoff durch Zeitersparnis, Reduzieren des Energieverbrauches und der Kosten verarbeitet wird. Auch die Qualität des Materials wird verbessert, da die Verarbeitung schonend zu höherwertigen Eigenschaften führt. Des weiteren ist das Verfahren sehr flexibel, was Materialänderungen betrifft. Durch verschiedene Dosierungen kann das Mischungsverhältnis schnell verändert werden. Zusätzlich ist durch die Modularität des Systems keine neue Spritzgussmaschine erforderlich, da das Modul angedockt wird und auch separat an- und ausschaltbar ist<sup>36</sup>.



**Abbildung 7: DCIM- Modul Prototyp**

Zurzeit existiert ein Prototyp des Moduls. Dieser nimmt etwa eine Fläche von einem Quadratmeter ein und wurde an die Classix CX 160-750 Spritzgussmaschine von KausMaffei montiert. Zu sehen ist der Prototyp in Abbildung 5. Er ist etwa 2,5m hoch besteht aus einen geschweißten Stahlrahmen und besitzt drei Dosierungen, welche über

<sup>35</sup> <https://www.hugo-junkers-preis.de/preistraeger/preistraeger2014/>, Abrufdatum: 7.6.2018.

<sup>36</sup> <https://www.exipnos.de/dcim/vorteile-von-dcim/>, Abrufdatum: 7.6.2018.

ein Podest befüllt werden können. Die Bewegung des Moduls erfolgt über zwei Schienen. Bei diesem System wird das ganze Modul bewegt, was die Dosierungen beeinflussen kann. Zusätzlich ist eine Heizungsanlage von KraussMaffei Berstorff GmbH installiert, welche die Temperatur der Heizzonen eines Einschneckenextruders regelt. Über diese Einrichtung wird auch der Motor für die Schnecke angetrieben und seine Drehzahl der der Spritzgussmaschine angepasst.



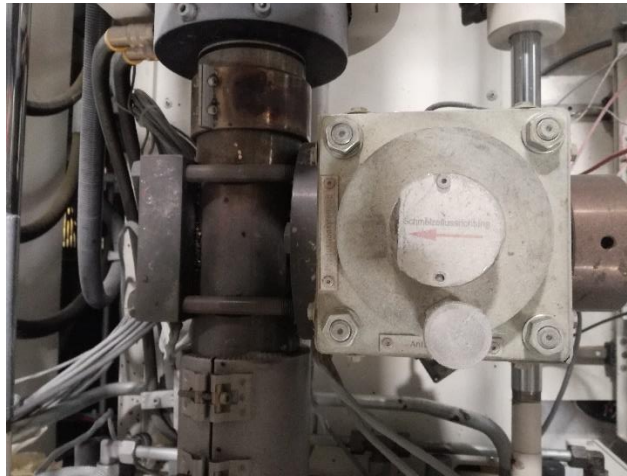
**Abbildung 8: Heizungssystem und Drehzahleinstellung des Moduls**

Bevor das Material in die Spritzgussmaschine gelangt, wird es im Extruder durch drei Heizzonen erwärmt. Diese liegen wie ein Mantel um den Extruder und können wie oben dargestellt einzeln über das Heizsystem gesteuert werden.



**Abbildung 9: Heizzonen um den Extruder**

Das aufgeschmolzene und vermischte Material gelangt über einen Flansch, der auch erwärmt wird, in die Spritzgussmaschine und wird dort in das Werkzeug befördert.



**Abbildung 10: Flansch zur Spritzgussmaschine**

Da es sich bei diesem Modul um einen Prototyp handelt wird in den folgenden eine verbesserte Variante ausgearbeitet, welche als Serienmodell und mit CE – Kennzeichnung produziert werden kann.

### 3.2 Lösungsvorschläge

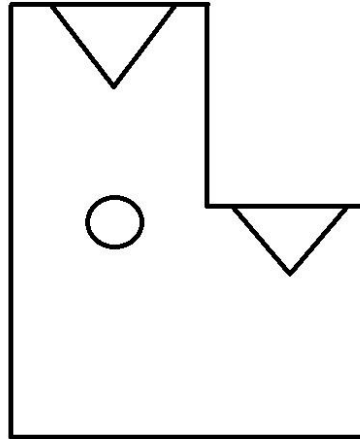
Bei der Lösungsfindung werden einige Bauteile schon vorweggenommen, sodass ein Einschneckenextruder, wie im Prototypen, eine vergrößerte Dosierungseinheit mit vier oder mehr getrennten Kammern und einer Hauptdosierung mit den entsprechenden Motoren und Anschlüssen an einen Computer benutzt werden müssen. Nach Vorgabe dieser Bauteile lässt sich das Gehäuse bzw. Gestell an dem diese Teile montiert werden sollen als einzige Variable erkennen<sup>37</sup>. Das Gehäuse des Moduls ist jedoch in Form und Größe frei und kann somit frei gestalten werden. Da dieses Modul als eine Maschine im europäischen Binnenmarkt verkauft werden soll, ist es unumgänglich, eine CE – Kennzeichnung nach den Richtlinien anzubringen.

Für die Anordnung der einzelnen Komponenten in dem Gehäuse gibt es verschiedene Möglichkeiten. Im Folgenden sind drei Varianten dargestellt, wie der Aufbau in der Hauptansicht eines Moduls sein kann. In den Abbildungen werden Dosierungen (Dreiecke) und der Einschneckenextruder (Kreis) mit dargestellt um die Form verständlicher zu machen.

---

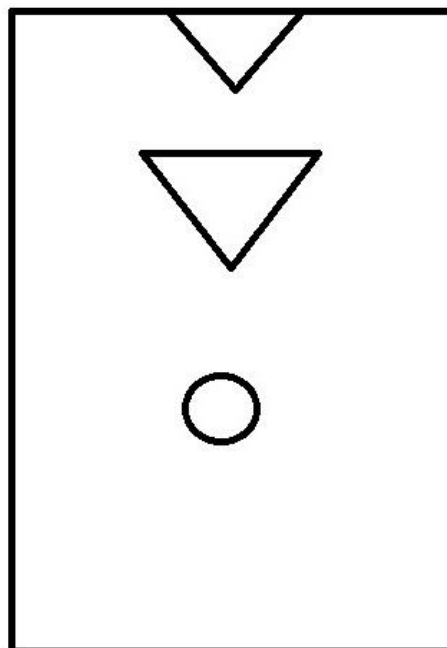
<sup>37</sup> Interview mit Herrn Peter Putsch, Geschäftsführer der Exipnos GmbH.





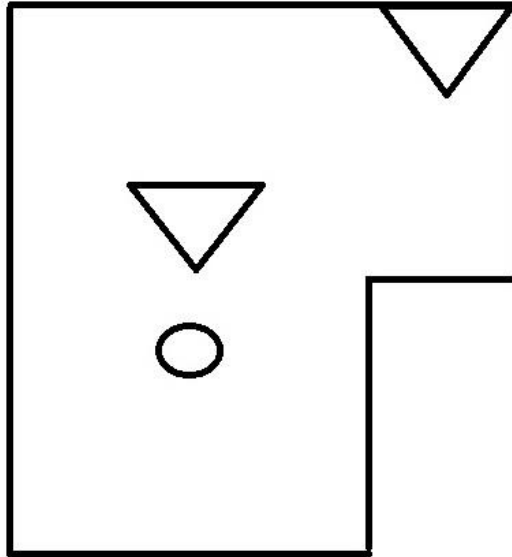
**Abbildung 11: Variante 1**

In der Variante 1, welche in Abbildung 6 abgebildet ist, ist der Extruder unter dem Haupttrichter angeschlossen. Die Hauptdosierung wird durch eine Dosierungseinheit an der rechten Seite befüllt. Die Dosiereinheit kann auf Grund der ergonomischen Höhe durch einen Mitarbeiter leicht befüllt werden. Für die Befüllung der Hauptdosierung wird eine Ansaugung benötigt, welche das gemischte Material von der Dosierungseinheit befördert. Das Material aus dem diese Variante besteht, wird, aufgrund seines geringen Gewichtes, Aluminium sein. Da das Modul unabhängig von einer Spritzgussmaschine sein wird, wird die Variante mit Rollen versehen, damit man es von einer Spritzgussmaschine entkoppeln kann.



**Abbildung 12: Variante 2**

In der Variante 2 wird der Extruder auch durch die Hauptdosierung gefüllt. Die Dosiereinheit ist über der Hauptdosierung, sodass eine Befüllung durch die Schwerkraft erfolgen kann. Die Befüllung der Dosiereinheit kann bei dieser Variante, wie bei den vorhandenen Prototypen über ein Podest durch einen Mitarbeiter oder durch eine Ansaugung des Materials erfolgen. Diese Variante soll auch aus Aluminium bestehen. Um die Mobilität des Moduls zu gewährleisten wird das Gehäuse mit Rollen versehen.



**Abbildung 13: Variante 3**

Wie bei Variante 1 und 2 ist auch bei Variante 3 die Hauptdosierung über dem Extruder. Die Dosiereinheit soll jedoch auch über ein Podest erreicht werden können weshalb diese nicht direkt über der Hauptdosierung liegen kann. Diese Variante soll aus Stahl gefertigt werden um einen tieferen Schwerpunkt für die Standfestigkeit zu erreichen. Diese Variante wird fest neben einer Spritzgussmaschine angebracht.

### **3.3 Bewertung der Varianten**

Um die optimale Variante für das DCIM- Modul zu finden, welche für eine Serienproduktion zur Verfügung steht, muss man die genannten Varianten bewerten. Bei der Bewertung werden Bewertungskriterien wie Material, Mobilität, Ergonomie, Platzbedarf und Haltbarkeit benutzt. Nicht jedes Kriterium ist dabei gleich zu bewerten. So haben die Ergonomie und der Platzbedarf eine höhere Gewichtung als das Material, Mobilität und die Haltbarkeit.

Dieses oder andere Bewertungsverfahren werden häufig in der Konstruktionsmethodik verwendet um sich gut für eine Variante entscheiden zu können.

Damit die Bewertung übersichtlich ist, ist eine tabellarische Form angebracht. Zusätzlich wird eine Bewertung von 1 bis 3 vorgenommen wobei 3 die beste Bewertung ist.

Die Summe der Bewertungen ergibt sich nach folgender Gleichung:

$$\Sigma = MA + MO + H + E * 2 + P * 2$$

**Tabelle 1: Bewertung der Varianten**

	Variante1	Variante 2	Variante 3
Material (MA)	3	3	2
Mobilität (MO)	3	3	1
Energiebedarf	2	2	3
Ergonomie (E)	2	3	1
Platzbedarf (P)	1	3	2
Summe	14	20	12

Bei den Materialien wurde die Variante 3 schlechter bewertet als Variante 1 und 2, da eine Konstruktion aus Stahl schwerer ist als aus Aluminium. Dennoch ist dieses Material haltbarer. Bei der Mobilität wurden Variante 1 und 2 mit drei bewertet da sie durch Rollen bewegt werden können. Bei Variante drei ist eine weitere Einrichtung zur Bewegung von Nöten, weshalb sie eine schlechte Bewertung bekommen hat. Auch bei der Ergonomie ist Variante 3 nicht so gut wie Variante 2 und 3, da die Befüllung der Dosierungen nur über ein Podest und durch einen Mitarbeiter umgesetzt werden kann. Variante 2 ist dabei ergonomischer, da hier ein Befüllen auch ohne Mitarbeiter durch eine Ansaugung erfolgt. Der Platzbedarf des Moduls bei Variante 1 beträgt fast das doppelte der Variante 2, sodass die Variante 2 am besten bewertet werden kann und Variante 3 zwischen den anderen Varianten.

Somit ergibt sich ein Endresultat, was von verschiedenen Personen bewertet wurde, nach der oben genannten Gleichung, dass Variante 2 die optimale Variante ist, welche sowohl durch den geringen Platzbedarf und durch die ergonomische Bestückung der Dosierungen sich sehr gut für den Gebrauch eignet, als auch durch die Mobilität und des Materials des Moduls.

### 3.4 Optimale Variante

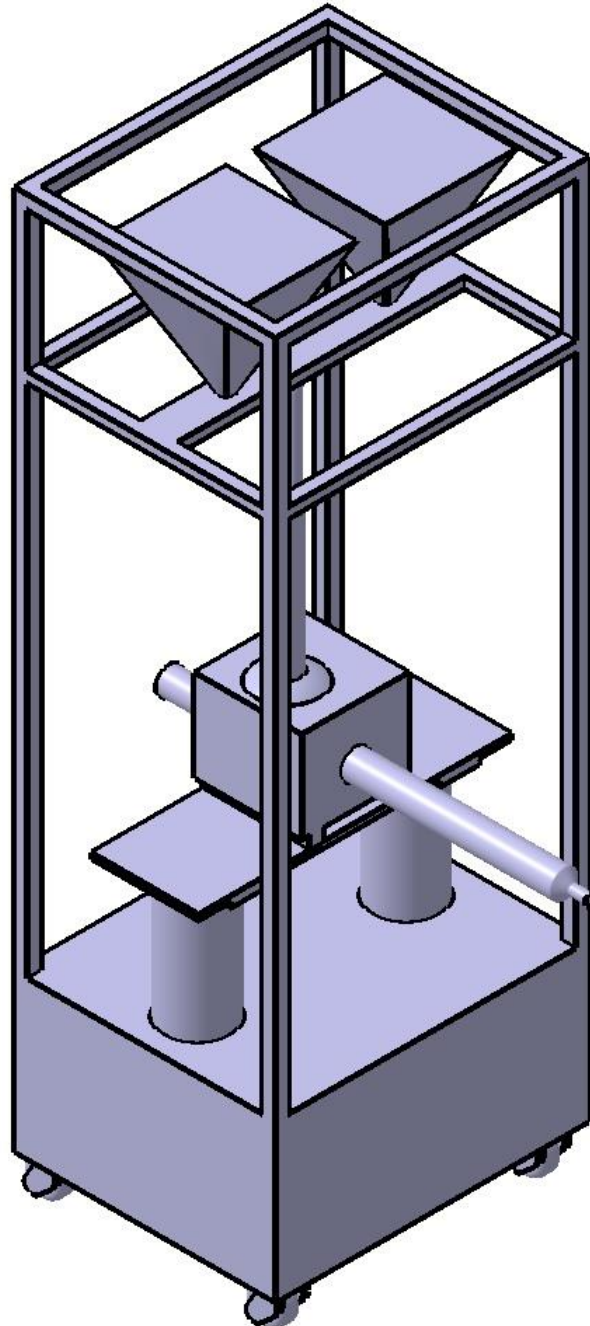
Da sich nun, durch die Bewertungen der drei Varianten, für eine Variante entschieden wurde, muss diese genauer beschrieben und konstruiert werden.

Zunächst werden die Dosierungen des Unternehmens Motan benutzt da sie vom Preis-Leistungsverhältnis die beste Wahl darstellten und durch die Flexibilität auch erweitert werden können. Die Schnecke des Einschneckenextruders ist eine Eigenanfertigung der





werden kann, da der Extruder durch einen Hubzylinder höhenverstellbar angebracht wird. Im 3D- Modell würde diese Skizze wie folgt aussehen. Jedoch wurde hier der einfache Hubzylinder durch zwei ersetzt um die Stabilität zu erhöhen.



**Abbildung 15: DCIM 3D-Model**

### **3.4.1 Maße der Bauteile**

Die Maße der hinzugefügten Bauteile sind noch nicht alle bestimmbar, da das Modul noch in der Entwicklung steht. Dennoch können ungefähre Angaben getroffen werden, welche auch in spätere Berechnungen einfließen werden.

**Tabelle 2: Bestandteile des Moduls**

Bauteil	Gewicht	Größe
Extruder + Motor	50kg	1,40m*0,30m*0,30m
Dosiereinheit	30kg	1,00m*0,90*0,50m
Hauptdosierung	15kg	0,50m*0,50m*0,50m
Computer + Heizungssteuerung	100kg	1,00m*1,00m*0,50m
Hubzylinder	20kg	0,20m*0,20*0,10

In Tabelle 2 erkennt man, dass der Computer mit der Heizungssteuerung am meisten Platz und Gewicht einnimmt. Daher ist es angebracht, dieses Bauteil in den Fuß des Moduls zu befestigen. Um diese empfindlichen Teile zu schützen wird eine Abdeckung benötigt. Die Lage des Extruders und dessen Motor wird von der Spritzgussmaschine vorgegeben und wird durch den Hubzylinder eingestellt. Auch die Dosiereinheit und die Hauptdosierung sind von der Höhe des Extruders abhängig. Um eine Kollision der Bauteile zu vermeiden, werden diese mit ausreichend Abstand montiert und mit flexiblen Schläuchen verbunden

### 3.4.2 Festigkeit der Gehäusekonstruktion

Der Rahmen, der alle dazugehörigen Bauteile miteinander verbinden soll, soll aus Aluminiumstangen bestehen, welche durch ein Stecksystem miteinander verbunden werden können, um den Aufbau und den Transport des Moduls zu erleichtern.

Diese Stangen werden von dem Unternehmen B&T Metall und Kunststoffhandel angefertigt, in die gewünschte Länge geschnitten und mit den notwendigen Gewindebohrungen versehen. Damit alle Bauteile montiert werden können, werden Verbindungen benötigt.

#### 3.4.2.1 Festigkeit der Stangen

Um die richtigen Abmessungen der Aluminiumstangen zu finden wird eine Berechnung auf Knicken der Stangen durchgeführt. Dabei wird besonderes Augenmerk auf die senkrechten Stangen gelegt, da diese das Gewicht der Dosierungen und des Materials aushalten müssen, und da dieser Teil des Moduls am stärksten belastet wird.

Bei dieser Rechnung werden die Eulerischen Knickfälle<sup>38</sup> betrachtet, welche in Abbildung 13 dargestellt sind. Da man bei einem Gehäuse davon ausgehen kann, dass in jedem Fall eine eingespannte Lagerung der tragenden Bauteile vorhanden ist, kann von dem vierten eulerischen Knickfall ausgegangen werden.

Knickfälle	Fall 1	Fall 2	Fall 3	Fall 4
Knicklängenbeiwert	$\beta = 2$	$\beta = 1$	$\beta = \frac{1}{2} \sqrt{2} \approx 0,7$	$\beta = 0,5$
Knicklänge $s$ $s = \beta \cdot L$	$s = 2 \cdot L$	$s = L$	$s \approx 0,7 \cdot L$	$s = 0,5 \cdot L$
kritische Knicklast	$F_{krit} = \frac{\pi^2}{4L^2} EI$	$F_{krit} = \frac{\pi^2}{L^2} EI$	$F_{krit} = \frac{2\pi^2}{L^2} EI$	$F_{krit} = \frac{4\pi^2}{L^2} EI$

**Abbildung 16: Eulerische Knickfälle**

Daher ergibt sich die Formel für die kritische Knicklast,

$$F_{krit} = \frac{4\pi^2}{L^2} EI \quad \text{Gl. 1}$$

Wobei: L - Knicklänge

E - Elastizitätsmodul

I – axiales Flächenträgheitsmoment des Querschnittes

Aufgrund der Geometrie der Stangen kann die Berechnung des axialen Flächenträgheitsmomentes wie bei einem Rechteck bzw. einem Quadrat bestimmt werden. Dabei wird die Gleichung

$$I = \frac{a^4}{12} \quad \text{Gl.2}$$

verwendet, wobei a die Länge einer Seite der quadratischen Stange ist nach der die Gleichung der kritischen Knickkraft umgestellt wird und man so die Gleichung

$$a = \sqrt[4]{\frac{F_{krit} * 3 * L^2}{\pi^2 * E}}$$

erhält.

<sup>38</sup> Curt F. Kollbrunner/Martin Meister, Die verschiedenen Knickfälle, Knicken, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1955, Seite: 39-215.

Dabei ist weiterhin zu berücksichtigen, dass das Elastizitätsmodul von Aluminium  $70000 \text{ N/mm}^2$  beträgt. Die kritische Knickkraft kann einen Maximalwert von circa  $500 \text{ N}$  erreichen und die Knicklänge beträgt wie in Abbildung 12 dargestellt  $2,1 \text{ m}$ .

Nachdem nun alle Größen der Gleichung bekannt sind kann die Seitenlänge bestimmt werden und durch einen Standard Sicherheitsfaktor von  $1,5$  erweitert werden, sodass ein Knicken der Stangen verhindert werden kann. Dabei ergibt sich

$$a = \sqrt[4]{\frac{500 \text{ N} * 3 * 2000^2 \text{ mm}^2}{\pi^2 * 70000 \text{ N/mm}^2}} * 1,5$$

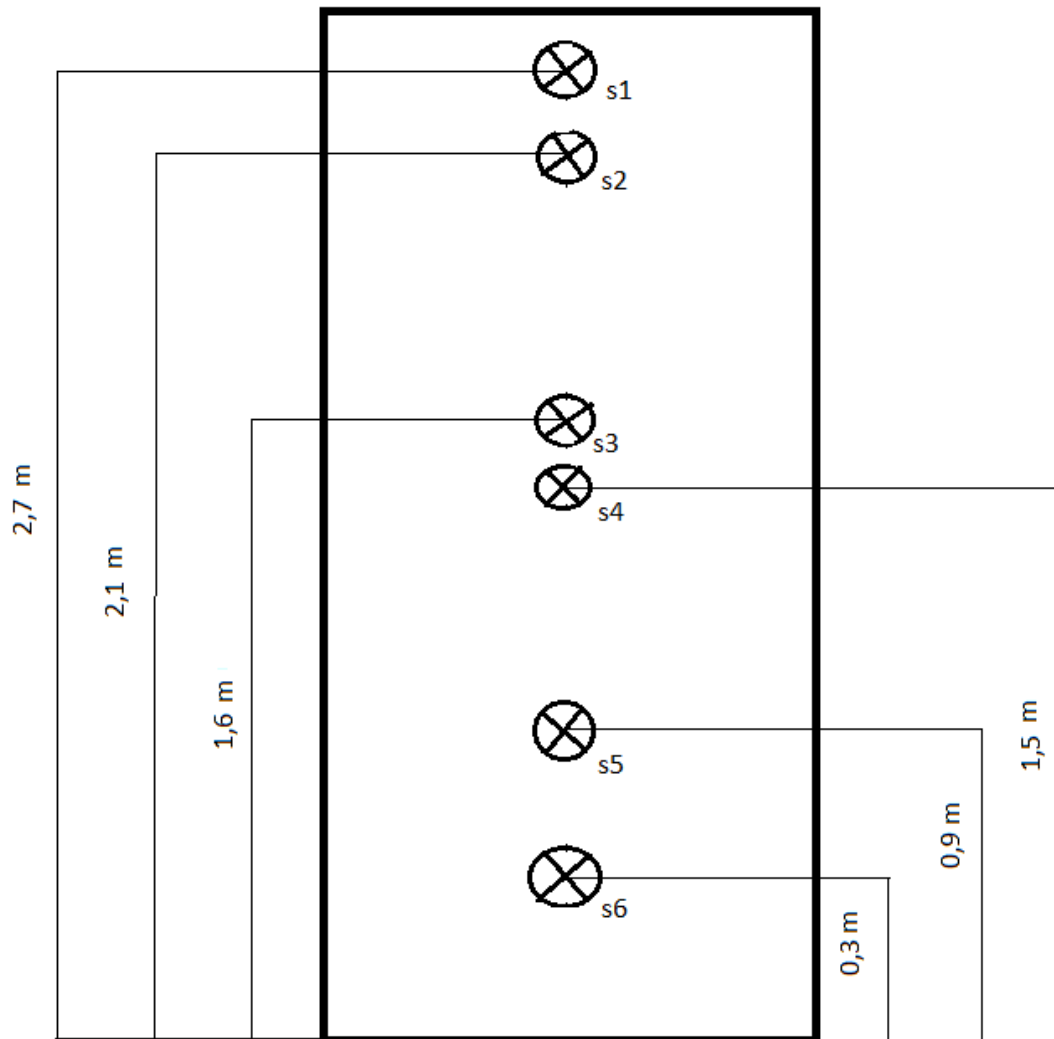
$$a = 14,5 \text{ mm}.$$

Um ein Knicken der Stangen zu verhindern, müssen diese eine Seitenlänge von  $14,5 \text{ mm}$  aufweisen. Die Aluminiumstangen, die beschafft werden können, haben jedoch eine Mindestseitenlänge von  $50 \text{ mm}$ , sodass dieses Gehäuse eine Sicherheit von  $5$  aufweist. Das bedeutet, dass selbst bei Überlastung der Dosierungen keine Zerstörung zustande kommen kann.

Als Grundplatte der Rahmenkonstruktion dient eine  $3 \text{ mm}$  starke Aluminiumplatte welche durch das Montieren des Heizungssystems und der Computersteuerung genügend Stabilität bekommt. An der Abbildung 12 ist die Gehäusekonstruktion schemenhaft dargestellt. Sie beinhaltet im unteren Bereich die Elektrik, welche einen Quader mit den Abmaßen von  $1,2 \text{ m} * 1,00 \text{ m} * 0,60 \text{ m}$  betragen soll. Auf diesen Quader wird der Extruder befestigt. Um den Extruder wird ein Gehäuse entstehen, auf dem die Dosierungen befestigt werden.

#### 3.4.2.2 Standfestigkeit

Da das Modul im Endzustand eine eher kleine Standfläche im Vergleich zur Höhe aufweist ist es wichtig das Modul vor dem Umkippen schützen. Dies gelingt vor allem mit der Lage des Heizungssystems, welches den Schwerpunkt des Moduls sehr weit nach unten verlagert. Zusätzlich kann auch angenommen werden, dass der Schwerpunkt auch bei den beladenen Dosierungen sich nicht merklich verschiebt, sodass das Modul ohne Probleme per Hand auf den Rollen verschoben werden kann. Dies kann auch mit der Schwerpunktberechnung bewiesen werden, die notwendig für den Kippwinkel des Moduls ist. Um die Berechnung anschaulicher zu gestalten, wird eine vereinfachte Skizze des Systems verwendet, in der nur die Schwerpunkte der Bauteile eingetragen sind. Die Bauteile wie die Dosiereinheit bzw. die Hauptdosierung werden in dem System als beladen angesehen, sodass sich ihr Gewicht jeweils um  $15 \text{ kg}$  erhöht.



**Abbildung 17: Lage der Schwerpunkte**

s1 – Schwerpunkt Dosiereinheit

s2 – Schwerpunkt Hauptdosierung

s3 – Schwerpunkt Rahmen

s4 – Schwerpunkt Extruder + Motor

s5 – Schwerpunkt Hubzylinder

s6 – Schwerpunkt Computer + Heizung

Für die Berechnung des Schwerpunktes werden die Massen der einzelnen Bauteile benötigt. Diese wurden in Tabelle 2 notiert, jedoch fehlt die Masse des zugeführten Materials, welche in einer weiteren Auflistung enthalten ist.

**Tabelle 3: Lage und Masse der Bauteile mit Material**

i	Bauteil	Lage [y]	Masse [m]
1	Dosiereinheit + Material	2,7m	30kg + 15kg
2	Hauptdosierung + Material	2,1m	15kg + 15kg
3	Rahmen	1,6m	300kg
4	Extruder + Motor	1,5m	50kg
5	Hubzylinder	0,9m	20kg
6	Computer + Heizung	0,3m	100kg

Da alle Schwerpunkte übereinander auf einer senkrechten Linie liegen, ist eine Berechnung der Lage des Schwerpunktes in der horizontalen Ebene nicht notwendig. Der Schwerpunkt liegt in der Mitte des Moduls in der x-Richtung.

Die Lage des Schwerpunktes in y-Richtung (senkrecht) muss mit der Formel:

$$y_s = \frac{\sum y_i \cdot m_i}{\sum m_i} \quad \text{Gl. 3}$$

Um den Schwerpunkt zu bestimmen müssen nun die Werte eingesetzt werden.

$$y_s = \frac{2,7 \cdot 45 + 2,1 \cdot 30 + 1,6 \cdot 300 + 1,5 \cdot 50 + 0,9 \cdot 20 + 0,3 \cdot 100}{45 + 30 + 300 + 50 + 20 + 100} \left[ \frac{m \cdot kg}{kg} \right]$$

$$y_s = 1,445m$$

Da nun die Lage des Schwerpunktes ermittelt wurde, kann nun der Kippwinkel bestimmt werden. Dafür wird der Winkel bestimmt, wo der Schwerpunkt des Moduls den Drehpunkt, in dem Fall die Räder, überschreitet und somit ein Umkippen nicht mehr verhindert werden kann. Um diesen Winkel zu bestimmen ist eine Skizze zur Veranschaulichung des Problems von Vorteil.

**Abbildung 18: Kippwinkel**

Der Winkel  $\alpha$ , welcher in der Skizze zu sehen ist, beschreibt den Kippwinkel und wird nach folgender Gleichung bestimmt:

$$\tan \alpha = \frac{b}{a} \quad \text{Gl.4}$$

b - Schwerpunktlage in y-Richtung

a – Schwerpunktlage in x-Richtung

Nach einsetzen und umstellen der Gleichung 4 erhält man:

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{1,445}{0,5}$$
$$\alpha = 19,81^\circ$$

Der Kippwinkel beträgt demnach fast  $20^\circ$ , jedoch sollte um einen festen Stand des Moduls zu Gewährleisten, ein Steigungswinkel von  $15^\circ$  nicht überschritten werden.

### 3.4.2.3 Festigkeit der Zwischenverbindungen

Die Zwischenverbindungen müssen das Gewicht des Hubzylinders und des Extruders mit dem Motor aushalten. Um zu bestimmen, ob die Halterung diese Belastung übersteht, ist eine Spannungsberechnung notwendig. Die Halterung nimmt dabei nur ein Viertel der Gesamtmasse auf, da jede der vier Stützen gleich belastet wird. Zudem ist das Bauteil fest verbunden mit dem langen Stangenprofil, sodass es sich nicht bewegen oder verrutschen kann. Somit muss die Normalspannung des Bauteils bestimmt werden,



da keine Momente aufgenommen werden. Um die Normalspannung zu bestimmen wird die Gleichung:

$$\tau = \frac{F}{A} \quad \text{Gl.5}$$

verwendet.

Die Kraft  $F$  setzt sich dabei aus der Kraft, die die Grundplatte, das kurze Stangenprofil, der Hubzylinder und der Extruder mit dem Motor auf das Bauteil auswirkt.

$$F = F_{Gr.} + F_{zyl.} + F_{EX.+Mot.} + F_{St.kurz} \quad \text{Gl.6}$$

Wobei nur ein Viertel dieser Kraft auf das Bauteil wirkt.

$$F_{Baut.} = \frac{F}{4} \quad \text{Gl.7}$$

Nach einsetzen der Werte erhält man eine Kraft, die auf das Bauteil wirkt, von:

$$F_{Baut.} = \frac{9,81 \text{ m/s}^2 * (12\text{kg} + 20\text{kg} + 50\text{kg} + 0,5\text{kg})}{4}$$

$$F_{Baut.} = 202,33 \text{ N}$$

Die Fläche, auf die diese Kraft wirkt, besteht aus der Vierkantrohrfläche, welche angeschweißt wurden ist.

$$A = a_{außen}^2 - a_{innen}^2 \quad \text{Gl.8}$$

$$A = 60^2 \text{mm}^2 - 50^2 \text{mm}^2$$

$$A = 1100 \text{mm}^2 = 11 \text{cm}^2 = 0,0011 \text{m}^2$$

Damit ergibt sich:

$$\tau = \frac{202,33 \text{ N}}{1100 \text{mm}^2}$$

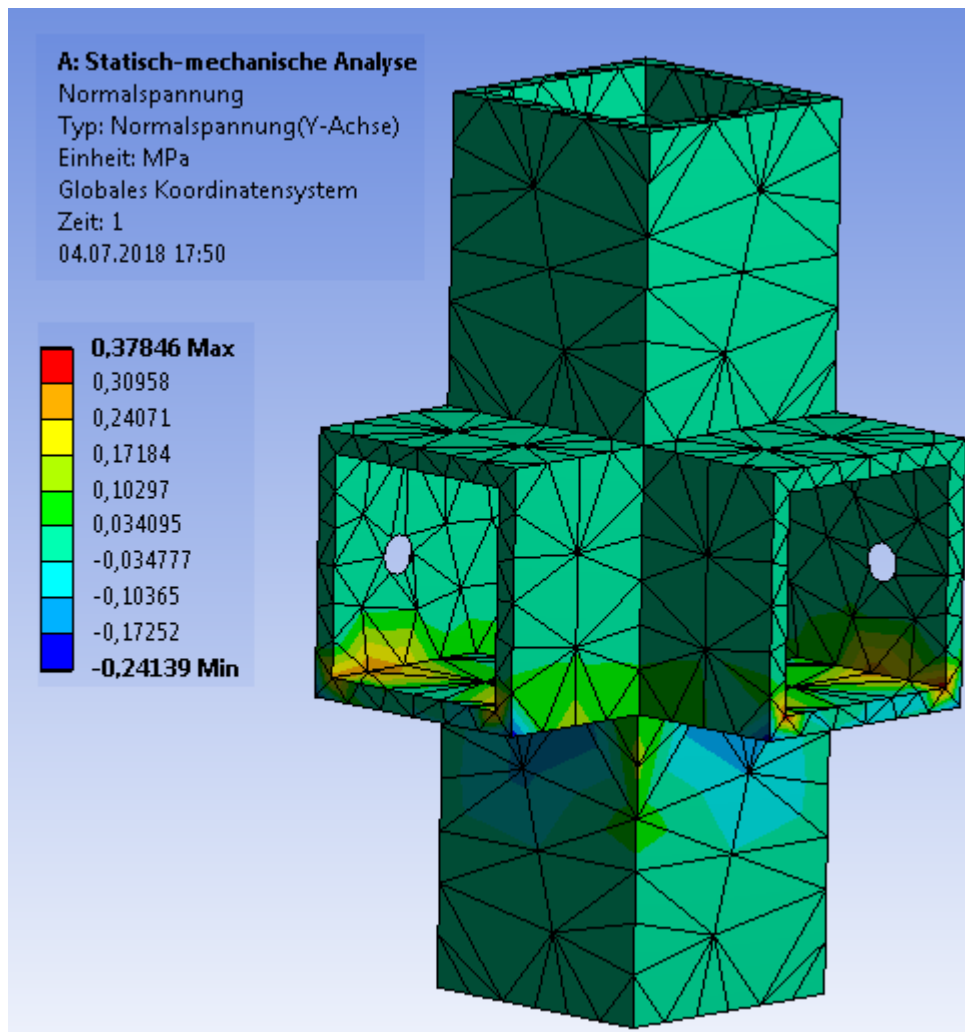
$$\tau = 0,18 \text{ N/mm}^2$$

Dieser Wert ist deutlich unter dem der zulässigen Spannung  $\tau_{zul} = 220 \text{ N/mm}^2$ <sup>39</sup>

Um die Werte zu überprüfen, wurde ein zusätzlicher Nachweis mit ANSYS durchgeführt. Dabei wurden die vorhandenen Belastungen übertragen:

---

<sup>39</sup> Werkstoffdatenblatt AlMgSi 0,5 F22.



**Abbildung 19: Normalspannung**

Daran ist erkennbar, dass Spannungsspitzen vorhanden sind, welche jedoch die zulässige Normalspannung nicht überschreiten.

Eine Analyse auf Biegung ist bei diesem Modul nicht notwendig da alle Bauteile keine Biegebelastung erfahren.

## 4 Ausarbeiten der optimalen Variante für die CE – Kennzeichnung

Für die Ausarbeitung des Moduls für die CE – Kennzeichnung werden wie in Kapitel 2.3 die Ablaufschritte durchgegangen die notwendig sind, um die Kennzeichnung zu erlangen. Dafür ist es zunächst wichtig, das Produkt zu identifizieren. Danach werden die Lieferanten betrachtet, da viele Teile des Moduls nicht eigenständig gefertigt werden. Die Schritte der relevanten Richtlinien und Normen und des Konformitätsverfahren sind für dieses Modul nicht ausschlaggebend, da hier der Hersteller eine Konformität der Maschine bestätigen kann. Dennoch muss eine Risikobeurteilung erfolgen, um die Benutzung des Moduls ohne Verletzungen und Unfälle zu gewährleisten.

### 4.1 Produktdefinition

Das Direct Compounding Injection Molding (DCIM) – Modul wird unter Zuhilfenahme der EG- Maschinenrichtlinie 2006/42/EG als Maschine beschrieben. Darin heißt es<sup>40</sup>:

„Als Maschine gilt eine mit einem anderen Antriebssystem als der unmittelbar eingesetzten menschlichen oder tierischen Kraft ausgestattete oder dafür vorgesehene Gesamtheit miteinander verbundener Teile oder Vorrichtungen, von denen mindestens eines bzw. eine beweglich ist und die für eine bestimmte Anwendung zusammengefügt sind“

An diesem Artikel erkennt man, dass das Modul eine Maschine ist, welche durch den beheizten Extruder und dessen Motor und nicht mit menschlicher oder tierischer Kraft, für die Anwendung des Aufschmelzens und Fördern zusammengefügt wird. Des Weiteren besitzt das Modul die Eigenschaft, verschiedene Materialien zu vermischen und miteinander zu verbinden. Dabei besteht dieses Modul aus mehreren Dosierungen, einem Extruder, der von einem Motor angetrieben wird, einer Heizungsanlage, einem Computer zur Einstellung der Maschine und dem Gehäuse.

### 4.2 Lieferantenüberwachung

Die dazu gekauften Teile werden von Unternehmen gekauft, welche in Europa ansässig sind und eine CE – Kennzeichnung an ihren Produkten durchführen.

So sind die verschiedenen Dosierungen und der Motor für den Extruder und der Heizungsanlage für das Inverkehrbringen innerhalb der europäischen Union gekennzeichnet und können verbaut werden.

---

<sup>40</sup> Gem Art. 2a) der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG.

### 4.3 Risikoanalyse

Bei der Risikoanalyse zu dem Modul wird hauptsächlich darauf hingewiesen, dass die Heizelemente von den Benutzern nicht berührt werden sollen, da hier das größte Verletzungsrisiko besteht. Dieses Risiko wird durch Abdeckungen, Abgrenzungen und Beschilderung gemindert, sodass es zu keinem Unfall kommen kann. Des Weiteren muss das Modul auch vor Benutzung an eine Spritzgussmaschine angeschlossen werden, da hier auch hohe Verletzungsgefahr besteht. Dieses Risiko wird durch Sicherheitsschalter beseitigt. Da das Modul mit Rädern bewegt werden kann, müssen diese durch Bremsen festgestellt werden, um ein ungewolltes Wegrollen zu verhindern.

Weitere Risiken wie der Verletzung durch Quetschen, Scheren, Schneiden oder Stoßen sind bei dem Modul nicht oder nur schwer möglich oder wurden schon durch andere Abdeckungen gemindert bzw. beseitigt. Mit der Risikominimierung des Moduls kann zusätzlich sichergestellt werden, dass keine Missachtung der Konformität innerhalb der EU besteht.

### 4.4 Technische Dokumentation

Die technische Dokumentation besteht bei diesem Modul aus den Montagehinweisen und aus der Betriebsanleitung.

#### 4.4.1 Montagehinweise

Um das Modul zusammenzustellen, werden die Bauteile für die Gehäusekonstruktion, der Hubzylinder, der Extruder mit dem Motor, die Hauptdosierung und die Dosiereinheit benötigt.

Da sich in dieser Arbeit hauptsächlich mit der Gehäusekonstruktion beschäftigt wurde, werden diese Montagehinweise gegeben. Andere Bauteile werden dann an dem Gehäuse befestigt. Die Gehäusekonstruktion besteht aus vier langen Stangenprofilen, in die, wie in Anhang 10, Gewindebohrungen angebracht wurden, aus 16 kurzen Stangenprofilen die, wie in Anhang 9, Gewindebohrungen enthalten und aus acht Eckverbindungen, aus Anhang 2, und den acht Zwischenverbindungen, aus Anhang 3.

Zu Beginn der Montage werden die Zwischenverbindungen an die langen Stangenprofile mit den zugehörigen Schrauben in die dazugehörigen Gewindebohrungen montiert. Dazu werden zunächst jeweils zwei Zwischenhalterungen auf ein Stangenprofil geschoben und im Anschluss mit den jeweils vier M8 Senkkopfschrauben verschraubt.

Nachdem dieser Schritt abgeschlossen ist, werden die Eckverbindungen montiert und auch mit den Schrauben festgeschraubt. Dazu werden die Eckverbindungen so auf die Stangenprofile montiert, dass die zwei weiteren Öffnungen in die gleiche Richtung zeigen, wie die der Zwischenhalterungen.

Als nächstes werden wieder kurzen Stangenprofile in die Verbindungen montiert und verschraubt.

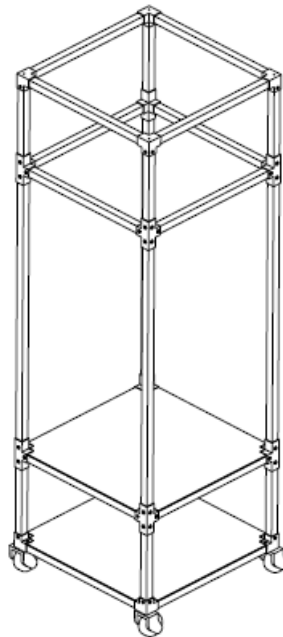
Danach werden die ersten Schritte wiederholt, die langen Stangenprofilen werden über die Verbindungen und den kurzen Stangenprofilen verbunden.

Der nächste Schritt besteht darin, die entstandene Baugruppe auf die erste Baugruppe zu montieren und zu verschrauben.

Als nächstes werden zwei der langen Stangenprofile mit den kurzen Stangenprofilen verbunden in dem diese in die Verbindungsbauteile geschoben und verschraubt werden. Dies geschieht, in dem man die kurzen Stangenprofile so in die Verbindungen führt, dass die Gewindebohrung des Profils und die Bohrung der Verbindung deckungsgleich aufeinanderliegen.

Bevor man das Gehäuse aufstellen kann, müssen die drehbaren Räder in die vorgesehenen Gewindebohrungen geschraubt werden.

Nun kann das Modul aufgestellt werden und die Grundplatten in den Rahmen gelegt werden.



**Abbildung 20: Gehäuse des Moduls**

Nachdem der Rahmen fertig montiert ist können die Bauteile wie Computer und Heizung, die Dosierungen und der Extruder in das Gehäuse verbaut werden. Nachdem alle Bauteile zusammengefügt wurden, werden die offenen Seiten des Gehäuses mit Plexiglasscheiben geschlossen, um den direkten Zugang zu den Heizzonen zu schließen.

#### **4.4.2 Betriebsanleitung**

Bevor man das zusammengebaute Modul in Betrieb nehmen kann, muss es zunächst mit einer Spritzgussmaschine verbunden werden. Nachdem dies geschehen ist, kann der Extruder durch das Heizungssystem erwärmt werden. Dies geschieht durch das Einschalten und der Temperatureinstellung der Heizzonen. Sobald die Heizzonen die gewünschte Temperatur erreicht haben, kann das Mischungsverhältnis der Materialien in den Dosierungen eingestellt werden. Sobald die Spritzgussmaschine ihren Extruder mit Material füllt, startet auch der Motor des Moduls und die geeichten Dosierungen geben die gewünschte Menge Material frei, die für einen Durchgang der Spritzgussmaschine benötigt wird. Nachdem sich der Extruder der Spritzgussmaschine vollständig gefüllt bzw. sich nicht weiter füllen muss und stoppt, gibt die Dosierung kein weiteres Material frei und auch der Extruder des Moduls stoppt.

#### **4.5 Ausstellen der Konformitätserklärung**

Für die EG- Konformitätserklärung wird der Anhang IIA für Maschinen der EG- Maschinenrichtlinie 2006/42/EG vom 17. Mai 2006 verwendet.

Bei der Ausstellung der Konformitätserklärung sind Angaben zur Maschine zu machen. Auch die benötigten Richtlinien und benannte Stellen, welche die Richtlinien überprüft haben, müssen angegeben werden. Des Weiteren ist der Verantwortliche für die Dokumentation anzugeben.

Eine Konformitätserklärung für das fertige Modul kann wie im Folgenden geschrieben aussehen.<sup>41</sup>

---

<sup>41</sup> André Schneider, Zertifizierung im Rahmen der CE- Kennzeichnung, Konformitätsbewertung und Risikobeurteilung nach der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG und anderen europäischen Richtlinien, 4., überarbeitete Auflage, Seite: 157 (Anhang).

## EG-Konformitätserklärung

gemäß der EG- Maschinen-Richtlinie (MRL) 2006/42/EG vom 17.mai 2006, Anhang  
IIA für Maschinen

Die Bauart der Maschine (Handelsbezeichnung): DCIM

Fabrikat/Funktion/Modell/Typ: Schmelzen plastischer Stoffe

Serien-Nr./ Baujahr: 2018

Wurde in alleiniger Verantwortung entwickelt, konstruiert und gefertigt von

Hersteller/Bevollmächtigter: Peter Putsch

Und entspricht allen einschlägigen Bestimmungen der MRL 2006/42/EG.

Die technischen Unterlagen wurden Erstellt und können der zuständigen Marktüberwa-  
chungsbehörde auf Verlangen vorgelegt werden.

Dokumentationsverantwortlicher: Melchior Haase

Da das Modul aber noch nicht gebaut wurde ist eine solche Erklärung noch nicht notwendig. Jedoch muss diese Erklärung vorhanden sein bevor die CE – Kennzeichnung angebracht werden darf.



## 5 Zusammenfassung

Die Erläuterung der CE – Kennzeichnung im Rahmen dieser Arbeit beschränkt sich auf die Zertifizierung im Bereich Maschinen und Anlagenbau. Dies ist wichtig, da das Thema CE – Kennzeichnung eine Vielzahl von Anwendungen in verschiedenen Bereichen in der Industrie und dem Handel besitzt. Dennoch ist das Thema der CE – Kennzeichnung ein sehr spannendes Thema mit vielen Hindernissen und vielen Richtlinien, welche in einigen Bereichen eingehalten werden müssen. Aber auch die geschichtliche Entwicklung ist ein Thema, welches durch die Erweiterung der Gesetze und der immer weiter fortschreitenden Entwicklung der Industrie mittelfristig kein Ende nehmen wird. Jedoch kann man sagen, dass die CE – Kennzeichnung wichtig für den Verbraucher ist, da dadurch Risiken für Mensch und Umwelt minimiert werden. Auch das Unfallrisiko wird gesenkt. Dennoch ist die CE – Kennzeichnung kein Qualitätsmerkmal, hierbei handelt es sich lediglich um die Einhaltung der Mindestanforderungen die ein Produkt haben muss. Um die Qualität eines Produktes zu kennzeichnen, werden in der Praxis weitere Kennzeichnungen gefordert, wie die der Geprüften Sicherheit (GS) oder von einer TÜV Prüfstelle die Qualität und Sicherheit bestätigt wurden ist.

In der Arbeit ging es hauptsächlich um die Gehäusekonstruktion welche durch Anwenden der Konstruktionsmethodik seine Form bekommen hat. Das Gehäuse wurde auf seine Festigkeit berechnet und durch ANSYS wurden die berechneten Spannungen der stark beanspruchten Bauteile visuell dargestellt.

Mit Hilfe des Programms CATIA V5 konnten alle Bauteile des Gehäuses konstruiert und zusammengefügt werden damit eine visuelle Darstellung des Gehäuses zur Verfügung steht, an der Berechnungen durchgeführt wurden.

Damit auch das Modul eine CE – Kennzeichnung erhält, müssen Richtlinien für die elektrischen Geräte, Heizungsgeräte und den Schutz der Mitarbeiter gefunden werden. Alle benutzten Richtlinien sind in den Maschinenrichtlinien 2006/42/EG enthalten und traten am 17. Mai 2006 in Kraft. Die auf dieses Modul zutreffenden Richtlinien sind vor allem dem Schutz des Benutzers gewidmet, da von den offenliegenden Heizzonen starke Verbrennungsgefahr ausgeht, die beseitigt werden muss. Dies wird mithilfe von Abdeckungen der betreffenden Stellen erreicht aber auch durch das Anbringen von Gefahrensymbolen wird die Sicherheit des Benutzers erhöht.

Letztendlich lässt sich die Konformität des Moduls durch die Überwachung der Lieferanten für die elektrischen Bauteile und durch den Schutz der Arbeiter erreichen und eine CE – Kennzeichnung kann gegeben werden.

## Formelverzeichnis

Zeichen	Einheit	Bedeutung
$a$	[mm]	Seitenlänge
$E$	[N/mm <sup>2</sup> ]	E-Modul
$g$	[m/s <sup>2</sup> ]	Erdbeschleunigung
$F$	[N]	Kraft
$L$	[mm]	Länge
$m$	[kg]	Masse
$\tau$	[N/mm <sup>2</sup> ]	Scherspannung
$s$	[ ]	Sicherheit
$\sigma_V$	[N/mm <sup>2</sup> ]	Vergleichsspannung

## **Anhänge**

**Anhang 1: Baugruppenzeichnung DCIM Gehäuse**

**Anhang 2: Baugruppenzeichnung Eckverbindung**

**Anhang 3: Baugruppenzeichnung Zwischenhalterung**

**Anhang 4: Stückliste**

**Anhang 5: Einzelteilzeichnung Für Eckverbindung**

**Anhang 6: Einzelteilzeichnung Für Zwischenhalterung**

**Anhang 7: Einzelteilzeichnung Rohrabschnitt**

**Anhang 8: Einzelteilzeichnung Grundplatte**

**Anhang 9: Einzelteilzeichnung Stangenprofil kurz**

**Anhang 10: Einzelteilzeichnung Stangenprofil lang**

**Anhang 11: Werkstoffdatenblatt AlMgSi0,5 F22**

## Literaturverzeichnis

**Amtsblatt der europäischen Union**, Richtlinien, Richtlinie 2009/48/EG Richtlinie des europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Juni 2009 über die Sicherheit von Spielzeug, Artikel 20ff., L130/3.

**O. Ilvonen, D. Kirchner**, 2010, Europäische Harmonisierung der Prüfnormen für die Freisetzung gefährlicher Stoffe aus Bauprodukten- auf dem Weg zu einer CE-Kennzeichnung mit Emissionsklassen.

**André Schneider**, Zertifizierung im Rahmen der CE- Kennzeichnung, Konformitätsbewertung und Risikobeurteilung nach der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG und anderen europäischen Richtlinien, 4., überarbeitete Auflage.

**Läufer, Thomas**, EWG-Vertrag: Grundlage der Europäischen Gemeinschaft, Würzburg, Fränkische Gesellschaftsdruckerei – 1990.

**Merkblatt zur EU-Richtlinie 93/68/EWG**. CE-Kennzeichnung. Bayrisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie: 2.

**Voraussetzungen für da Inverkehrbringen von Maschinen in den Europäischen Wirtschaftsraum**, BG ETEM, Beseitigung von Handelshemmnissen durch EG- Vertrag: 3.

**Jürgen Ensthaler, Andreas Füßler, Dagmar Nuissl**, Juristische Aspekte des Qualitätsmanagements.

**Michael Loerzer, Peter Buck, Andreas Schwabedissen**, Rechtskonformes Inverkehrbringen von Produkten, In 10 Schritten zur Konformitätserklärung, Beuth Verlag GmbH, 1. Auflage.

**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) Artikel 2.

Ein Service des **Bundesministeriums** der Justiz und für Verbraucherschutz in Zusammenarbeit mit der juris GmbH, Gesetz über die elektromagnetische Verträglichkeit von Betriebsmitteln (Elektromagnetische-Verträglichkeit-Gesetz - EMVG).

**Niederspannungsrichtlinie** 2014/35/EU, Leitfaden, Elektrische Betriebsmittel zur Verwendung innerhalb bestimmter Spannungsgrenzen.

**Maschinenrichtlinie** 2006/42/EG Absatz 13.

**Patrick Gehlen**, Funktionale Sicherheit von Maschinen und Anlagen, Umsetzung der europäischen Maschinenrichtlinien in der Praxis, Publicis Corporate Publishing, Erlangen.

Interview mit Herrn **Peter Putsch**, Geschäftsführer der Exipnos GmbH.

**Curt F. Kollbrunner, Martin Meister**, Die verschiedenen Knickfälle, Knicken, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1955.

**Werkstoffdatenblatt** AlMgSi 0,5 F22.

## Internetquellen

[https://de.wikipedia.org/wiki/Europ%C3%A4ische\\_Union](https://de.wikipedia.org/wiki/Europ%C3%A4ische_Union), Abrufdatum: 02.07.2018.

<http://interculturecapital.de/ce-kennzeichnung-fuer-importe-und-exporte-zwischen-china-und-der-eu>, Abrufdatum: 30.6.2018.

<http://www.maschinen-sicherheit.net/07-seiten/6100-ce-kennzeichnung.php>, Abrufdatum: 2.5.2018.

<https://www.ce-zeichen.de/ce-zeichen-und-faq.html>, Abrufdatum: 30.06.2018.

<https://www.weka-manager-ce.de/maschinenrichtlinie/typenschilder-maschinenrichtlinie-2006-42-eg/>, Abrufdatum: 02.07.2018.

[https://europa.eu/european-union/about-eu/countries\\_de#tab-0-0](https://europa.eu/european-union/about-eu/countries_de#tab-0-0), Abrufdatum: 14.05.2018.

[https://europa.eu/european-union/about-eu/countries\\_de#tab-0-0](https://europa.eu/european-union/about-eu/countries_de#tab-0-0), Abrufdatum: 14.05.2018.

<https://www.weka-manager-ce.de/konformitaetserklaerung/konformitaetserklaerung-anfaenger-10-schritten-ce-kennzeichnung/>, Abrufdatum: 14.5.2018.

<http://www.dguv.de/dguv-test/prod-pruef-zert/konform-prod/maschinen/konform-verfahren/index.jsp>, Abrufdatum: 28.5.2018.

<http://www.maschinen-sicherheit.net/07-seiten/6600-benannte-stelle.php>, Abrufdatum 28.5.2018.

<https://www.qualitaetsmanagement-qm.de/arbeitschutzmanagement-ausgaben-pro-sys/gefaehrdungsbeurteilung-mechanische-gefaehrdungen/>, Abrufdatum 30.06.2018.

<https://www.hugo-junkers-preis.de/preistraeger/preistraeger2014/>,  
7.6.2018.

Abrufdatum:

<https://www.exipnos.de/dcim/vorteile-von-dcim/>, Abrufdatum: 7.6.2018.

## **Eidesstattliche Versicherung**

Ich erkläre hiermit an Eides statt, vorliegende Arbeit selbstständig und ohne Zuhilfenahme unzulässiger Hilfsmittel angefertigt zu haben. Wörtliche oder dem Sinne nach übernommene Ausführungen sind gekennzeichnet, sodass Missverständnisse über die geistige Urheberschaft ausgeschlossen sind. Diese Arbeit war bisher noch nicht Bestandteil einer Studien- oder Prüfungsleistung in gleicher oder ähnlicher Fassung.

Merseburg: 10.07.2018