



**TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
WIEN**

## **Diplomarbeit**

# **Entwicklung eines Modells zur effizienten Fabriklayoutplanung unter synchroner Berücksichtigung ergonomischer und produktivitätsorientierter Gestaltungsfaktoren**

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades eines

## **Diplom-Ingenieurs**

unter der Leitung von

**Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dipl. Wirt.-Ing. Prof. eh. Dr. h.c. Wilfried Sihn**

(E330 Institut für Managementwissenschaften, Bereich: Betriebstechnik und Systemplanung)

**Dipl.-Wirtsch.-Ing. Philipp Hold**

(E330 Institut für Managementwissenschaften, Bereich: Betriebstechnik und Systemplanung,  
Fraunhofer Austria Research GmbH)

eingereicht an der Technischen Universität Wien

**Fakultät für Maschinenwesen und Betriebswissenschaften**

von

**Patrick Eberle**

0926237 (066 482)

Rieplstrasse 3/2

1100 Wien

Wien, im November 2016

---

Patrick Eberle



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
WIEN

Ich habe zur Kenntnis genommen, dass ich zur Drucklegung meiner Arbeit unter der Bezeichnung

## **Diplomarbeit**

nur mit Bewilligung der Prüfungskommission berechtigt bin.

Ich erkläre weiters Eides statt, dass ich meine Diplomarbeit nach den anerkannten Grundsätzen für wissenschaftliche Abhandlungen selbstständig ausgeführt habe und alle verwendeten Hilfsmittel, insbesondere die zugrunde gelegte Literatur, genannt habe.

Weiters erkläre ich, dass ich dieses Diplomarbeitsthema bisher weder im In- noch Ausland (einer Beurteilerin/einem Beurteiler zur Begutachtung) in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe und dass diese Arbeit mit der vom Begutachter beurteilten Arbeit übereinstimmt.

Wien, im November 2016

---

Patrick Eberle

## Danksagung

Zunächst möchte ich mich an dieser Stelle bei all denjenigen bedanken, die mich während der Anfertigung dieser Diplomarbeit unterstützt und motiviert haben.

Ganz besonders möchte ich meinem Betreuer Dipl.-Wirtsch-Ing. Philipp Hold danken, der meine Arbeit durch seine fachliche und persönliche Unterstützung begleitet hat.

Darüber hinaus möchte ich mich bei dem Unternehmen EVVA Sicherheitstechnologie GmbH für die Möglichkeit der Modellanwendung bedanken. Mein besonderer Dank gilt hier Ing. Herbert Reiningger MBA, der mir stets helfend zur Seite gestanden ist.

Danken möchte ich außerdem meiner Freundin Iris Einwaller für die tägliche Unterstützung und Ermutigung.

Abschließend möchte ich mich bei meiner Familie, allen voran bei meinen Eltern Sabine und Konrad Eberle, bedanken, die stets ein offenes Ohr für meine Sorgen hatten und ohne deren Unterstützung mein Studium nicht möglich gewesen wäre.

## Kurzfassung

Die vorliegende Diplomarbeit fokussiert ergonomische Arbeitsplatzgestaltung im Rahmen der Fabrikplanung. Dabei wird die Frage, inwiefern ergonomische Faktoren Einfluss auf die Planung von Fabrikanlagen nehmen, erörtert. Ziel der Arbeit ist die Entwicklung eines Modells zur humanorientierten Fabriklayoutplanung.

Im ersten Teil der Arbeit wird die Relevanz der Fragestellung erarbeitet. Dabei wird deutlich, dass Fabrikplanung zwar darauf ausgelegt ist am Ende humangerechte Arbeitsplätze zu schaffen, allerdings die Arbeitsplatzgestaltung als eigenes Projekt abseits der Layoutplanung ausgeführt wird. Während der Planung des Layouts kann kaum Einfluss auf das ergonomische Endergebnis genommen werden.

Mithilfe klassischer Methoden der Fabrikplanung, wie der Transportflussmatrix und dem Dreiecksverfahren zur Anordnung von Maschinen, sowie einem ergonomischen Bewertungsverfahren, der Leitmerkmalmethode, wird im zweiten Teil der Arbeit ein Modell zu humanorientierten Fabriklayoutplanung entwickelt. Dieses Modell bietet die Möglichkeit Maschinen bzw. Arbeitsvorgänge sowie Transportwege bereits bei der Layoutplanung ergonomisch bewerten zu können und liefert damit die Bedingungen ein Layout bereits in der Entstehung nach spezifischen ergonomischen Kriterien zu verändern.

Abschließend wird das Modell im Rahmen einer Proof of Concept Demonstration bei der Firma EVVA Sicherheitstechnologie GmbH evaluiert. Dabei wird festgestellt, dass das Modell im Rahmen einer humanorientierten Fabriklayoutplanung ergonomische Kriterien zur Bewertung von Layoutvarianten bietet.

## **Abstract**

The present master thesis deals with ergonomic workplace design as part of factory planning. It's key topic address the question of how ergonomic coefficients influence the planning of factories. The aim of this thesis is the development of a model for human oriented factory layout planning.

In the first part of the thesis the main question is elaborated using current literature. The outcome of this elaboration is that while the factory planning is indeed designed to create human friendly workplaces at the end, the workplace design is carried out as a separate project off the layout planning. During the planning of the layout the ergonomic result can only to a small extent be influenced by ergonomic criteria.

Using classic methods of factory planning, such as the transport flow matrix and the triangle method for assembly of machines, as well as an ergonomic assessment procedure, the Key indicator method, a model for human oriented factory layout planning is developed in the second part of the thesis. This model offers the possibility to already in the layout planning evaluate the work processes or objects as well as transport routes from an ergonomic point of view. Therefore, the model provides the conditions to change a layout following these ergonomic criteria during the planning process.

Finally, the model was tested as part of a proof of concept demonstration at the company EVVA Sicherheitstechnologie GmbH. It was ascertained that the model, as part of a human-oriented factory layout planning, can provide ergonomic criteria for evaluating layout alternatives.

# Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	1
1.1	Ausgangssituation.....	1
1.2	Problemstellung und Zielsetzung.....	2
1.3	Anwendungsszenario EVVA .....	3
1.4	Methodische Vorgehensweise .....	4
2	Theoretische Grundlagen .....	6
2.1	Fabrik- und Layoutplanung .....	6
2.1.1	Grundlagen der Fabrik- und Layoutplanung .....	6
2.1.2	Schwierigkeiten und Anforderungen der Fabrik- und Layoutplanung..	11
2.1.3	Fabrikplanungssystematik .....	12
2.1.4	Methoden und Werkzeuge der Fabriklayoutplanung .....	15
2.1.4.1	Vorbereitung – Datenerfassung und Analyse .....	15
2.1.4.2	Verfahren zur Strukturanalyse .....	16
2.1.4.3	Darstellung – Layoutentwicklung .....	19
2.1.4.4	Bewertungsverfahren .....	21
2.2	Der Mensch in der Produktion .....	23
2.2.1	Arbeitsformen menschlicher Arbeit.....	23
2.2.2	Produktivität, Arbeitsleistung und Leistungsangebot .....	27
2.2.3	Belastungs- und Beanspruchungskonzept .....	31
2.2.4	Analyse, Bewertung und Ordnung von Arbeitssystemen .....	35
2.2.5	Ergonomische und produktivitätsorientierte Arbeitssystemgestaltung	38
2.2.6	Methoden und Werkzeuge ergonomischer Arbeitssystemgestaltung..	45
2.3	Menschliche Anforderungen in der Fabriklayoutplanung .....	54
2.3.1	Anforderungen des Menschen in einem Fabriklayout .....	54
2.3.2	Analyse bestehender Methoden und Werkzeuge zur humangerechten Layoutplanung .....	56
2.4	Zusammenfassung und Fazit.....	57
3	Entwicklung eines Modells zur humanorientierten Fabrikplanung.....	60
3.1	Anforderungsanalyse (Lastenheft/Pflichtenheft) .....	60
3.2	Modellarchitektur.....	63

---

3.3	Konzeption eines Prototyps .....	66
3.3.1	MS Excel.....	67
3.3.2	MS Visio.....	81
3.3.3	Die Schnittstellen .....	92
3.4	Zusammenfassung und Fazit.....	97
4	Evaluierung des Planungsmodells.....	98
4.1	Konzeption eines USE-Cases (EVVA).....	98
4.2	Bildung von Versuchs- und Testszenarios.....	98
4.2.1	Fertigungsablauf des Schlüssels .....	99
4.2.2	Fertigungsablauf des Gehäuses .....	100
4.2.3	Fertigungsablauf des Kernes .....	100
4.3	Durchführen der Versuchs- und Testszenarios .....	101
4.3.1	Detailszenario .....	102
4.3.2	Globales Szenario .....	114
4.4	Monetäre Aufwandsbewertung .....	119
4.5	Analyse der Ergebnisse (SWOT).....	122
4.5.1	Stärken und Schwächen.....	122
4.5.2	Chancen und Risiken.....	123
4.5.3	SWOT-Matrix .....	124
4.6	Zusammenfassung .....	125
5	Kritische Würdigung und Ausblick .....	127
5.1	Kritische Würdigung .....	127
5.2	Ausblick.....	129
6	Anhang .....	130
6.1	VBA-Code der Makros aus Excel .....	130
6.1.1	Tabellenblatt „Master HHT“ .....	130
6.1.2	Tabellenblatt „Master ZS“ .....	132
6.1.3	Tabellenblatt „Master MAP“ .....	135
6.1.4	Tabellenblatt „Übersicht“ .....	138
6.2	Tabellenblätter aus Excel.....	157
6.3	Shape-Bericht .....	162
6.4	LMM-Bögen der Maschinen und Arbeitsvorgänge.....	165

---

6.5	LMM-Bögen der Wege .....	202
7	Literaturverzeichnis .....	242
8	Abbildungsverzeichnis .....	249
9	Formelverzeichnis .....	254
10	Tabellenverzeichnis .....	255
11	Abkürzungsverzeichnis .....	256

# 1 Einleitung

## 1.1 Ausgangssituation

Anforderungen an Unternehmen verändern sich ständig. Um auf äußere und innere Einflussfaktoren optimal reagieren zu können und somit wettbewerbsfähig zu bleiben, müssen Unternehmen einen hohen Grad an Flexibilität und Innovationbereitschaft aufweisen. Neben diesen stetigen Veränderungen kommt mit dem demografischen Wandel in der Bevölkerung in den nächsten Jahren bis Jahrzehnten eine weitere Aufgabe auf die Arbeitswelt in Europa zu.<sup>1</sup> Bis zum Jahr 2050 soll in Europa der Anteil an Personen, die 65 Jahre und ältersind, von 16% (im Jahr 2009) auf etwa 28% ansteigen.<sup>2</sup> Auch in Österreich ist das Durchschnittsalter der Bevölkerung bereits von 36,1 (Beginn 1970er Jahre) auf 42,0 (1.1.2013) Jahre angestiegen.<sup>3</sup> Dieser bereits begonnene Wandel in der Bevölkerungsstruktur führt zu einer Alterung der Belegschaft.<sup>4</sup>

Parallel zu dieser Alterung findet eine gesetzliche Anhebung des Renteneintrittsalters und finanzielle Benachteiligungen bei einem früheren Berufsausstieg statt. Diese Entwicklungen führen zu einer Verlängerung der Lebensarbeitszeit. Damit Arbeiter auch zukünftig den Arbeitsanforderungen trotz höheren Alters gewachsen sind und Unternehmen auch mit alterndem Personal produktiv wirtschaften können, ist es nötig, dass die Gesundheit des Personals sowie deren Erhaltung prophylaktisch über die gesamte Arbeitszeit bis zum Pensionseintritt unterstützt wird.<sup>5</sup> Dazu sind alternsgerechte Maßnahmen der Arbeitsgestaltung notwendig. Dabei werden bei einer alternsgerechten Entwicklung des Personals alle Altersgruppen der Mitarbeiter berücksichtigt.<sup>6</sup>

Genau dieser demografische Wandel setzt neue Forderungen an die Fabrikplanung und den Fabrikbetrieb und wirkt sich auch enorm auf die Arbeitsorganisation und die ergonomische Gestaltung von Arbeitsplätzen aus.<sup>7</sup> Denn die Arbeitsgestaltung beginnt bereits in der Layoutplanung, die wiederum den Kern der Fabrikplanung bildet. Bezeichnend für die Layoutplanung ist es, dass oftmals verschiedene, teils unvereinbare, Kriterien aufeinandertreffen und verknüpft werden müssen. Die meisten dieser Kriterien sind quantitativ nicht festzumachen. Deshalb werden diese mithilfe einer Nutzwertanalyse bewertet, was jedoch ein wenig Ansichtssache bleibt.<sup>8</sup> Sowohl

---

<sup>1</sup> vgl. Rimser, 2014, S. 5

<sup>2</sup> vgl. Kytir, 2009, S. 41f

<sup>3</sup> vgl. STATISTIK AUSTRIA, 2013, S. 30

<sup>4</sup> vgl. Rimser, 2014, S. 5

<sup>5</sup> vgl. Morschhäuser, 2002, S. 7

<sup>6</sup> vgl. Adenauer, 2015, S. 6

<sup>7</sup> vgl. Schenk, Wirth, & Müller, 2014, S. 13

<sup>8</sup> vgl. Aggteleky, 1990b, S. 472

bei Grundig<sup>9</sup> als auch bei Aggteleky<sup>10</sup> findet die Arbeitsplatzgestaltung in der Fein- bzw. Detailplanung statt. Aufgrund der zahlreichen Einflussfaktoren der Arbeitsorganisation und Arbeitsplatzgestaltung fließen einzelne Aspekte aber auch bereits in frühere Phasen der Fabrikplanung ein.<sup>11</sup> Es kann bereits in der Fabrikplanung vorausschauend Einfluss auf die Gestaltung von Arbeit und Arbeitsplätzen sowie deren Umgebung genommen werden.

## 1.2 Problemstellung und Zielsetzung

Aufgrund des demografischen Wandels spielt die altersgerechte Fabrik eine immer größere Rolle. Um dieser größeren Bedeutung gerecht zu werden, werden sowohl produktions- als auch arbeitsorganisationsorientierte Modelle und Methoden bereitgestellt. Besonderes Augenmerk gilt hier der Bestimmung der Arbeitsaufgabe sowie der ergonomischen Arbeitsplatz- und Arbeitssystemgestaltung.<sup>12</sup> Sowohl bei Helbing<sup>13</sup> als auch bei Pawellek<sup>14</sup> sind die Ergonomie und die menschlichen Aspekte der Arbeit Teil einer ganzheitlichen Fabrikplanung bzw. der Zielsetzung einer solchen. Ebenso ist auch bei Aggteleky<sup>15</sup> eine der drei großen Aufgaben die menschengerechte Gestaltung der Bauplanung. Und hier ist die Frage zu erörtern: Zu welchem Zeitpunkt fließt die ergonomische Gestaltung des Arbeitsplatzes und des Arbeitssystems in die Fabrik- und Layoutplanung ein?

In der Literatur werden verschiedene Ansätze aufgezeigt. Zum einen wird eine Projektorganisation bei einer komplexen Fabrikplanung, ohne besonderen Wert auf Ergonomie zu legen, beschrieben<sup>16</sup> beziehungsweise ist bei Bokranz und Landau<sup>17</sup> auf dem Weg vom Wertstrom bis zum Prozess-Ideal-Layout keine Rede von ergonomischem Einfluss. Zum anderen wird bei Aggteleky mittels Betriebsanalyse die menschliche Arbeit zu den wirtschaftlichen Aspekten auch nach ergonomischen und humanitären Punkten analysiert.<sup>18</sup> Eine weitere Möglichkeit des Einflusses ist die Ergonomie als Bewertungskriterium verschiedener Layoutvarianten. Jedoch wird diese von Pawellek als nicht quantitativ erfassbarer Aspekt geschildert, was wiederum eher zu einer subjektiven Betrachtung führt.<sup>19</sup>

Trotz dieser teils unterschiedlicher Feinheiten gibt es durchaus einen großen gemeinschaftlichen Kontext. Je mehr die Planung dem Ende zugeht und je mehr sie

---

<sup>9</sup> vgl. Grundig, 2013, S. 53

<sup>10</sup> vgl. Aggteleky, 1990b, S. 651

<sup>11</sup> vgl. Aggteleky, 1990b, S. 663

<sup>12</sup> vgl. Schenk u. a., 2014, S. 5

<sup>13</sup> vgl. Helbing, Mund, & Reichel, 2010, S. 1227

<sup>14</sup> vgl. Pawellek, 2014, S. 26f

<sup>15</sup> vgl. Aggteleky, 1990b, S. 477

<sup>16</sup> vgl. Schulte, 2009, S. 88

<sup>17</sup> vgl. Bokranz & Landau, 2012b, S. 340f

<sup>18</sup> vgl. Aggteleky, 1990a, S. 75

<sup>19</sup> vgl. Pawellek, 2014, S. 184

ins Detail geht, desto konkreter und größer wird der Einfluss der Ergonomie. Unterstützt wird diese These dadurch, dass in der Arbeitsplatzgestaltung selbst sehr viel Einfluss auf die Ergonomie genommen werden kann, da hier die Arbeitsweise, die Arbeitsbedingungen und die damit verbundenen Belastungen für den Menschen festgelegt werden.<sup>20</sup> Diese detaillierte Gestaltung der Arbeitsplätze findet quer durch die Literatur in der Regel in der Fein- bzw. Detailplanung statt. Diese Feinplanung ist in den meisten Fällen die letzte Planungsstufe vor der Umsetzung.<sup>21</sup>

Neben diesem großen Anteil gibt es auch zahlreiche Aspekte, die bereits in früheren oder gar über mehrere Phasen Einfluss auf die Layoutplanung nehmen.<sup>22</sup> Ziel dieser Arbeit ist es den Einfluss der Ergonomie auf die Fabrikplanung, im speziellen die Layoutplanung, herauszuarbeiten und kritisch zu hinterfragen, welchen Einfluss die Ergonomie auf die Layouterstellung nimmt.

- Kann man noch früher in der Layoutplanung ergonomische und humanitäre Aspekte einfließen lassen, die das Layoutergebnis nachhaltig verändern bzw. verbessern?
- Ist dies dann auch ökonomisch sinnvoll durchführbar?

Diese und daran direkt anschließende Fragestellungen sollen in dieser Diplomarbeit durch Entwicklung und Anwendung eines Modells sowie der Evaluierung der dabei gewonnenen Ergebnisse beantwortet werden. Dabei ist es das Ziel, ein Planungsmodell zu entwickeln, das auf die menschlichen Bedürfnisse eines Fabriklayouts besser eingeht und so den demografischen Anforderungen einer altersgerechten Fabrik gerecht wird, dabei aber gleichzeitig nicht an Produktivität verliert. Durch Anwendung des Modells auf ein Szenario bei der Firma EVVA wird das Modell getestet und anschließend entsprechend modifiziert und bewertet.

### 1.3 Anwendungsszenario EVVA

Die Firma EVVA Sicherheitstechnologie GmbH ist ein Familienunternehmen, das mechanische und elektronische Schließsysteme herstellt und seinen Firmensitz samt eigener Produktion mitten in Wien hat. Durch diesen Umstand der geografischen Lage ist die Produktion nicht in einer klassischen großen Fabrikhalle untergebracht, sondern in mehreren kleinen Hallen, die nach und nach zusammengewachsen sind. Diese Stück für Stück gewachsene Produktion hat auch dazu geführt, dass die Maschinen nicht immer an ihrem materialflusstechnisch optimalen Ort aufgestellt werden konnten, sondern schlicht weg dort wo genügend Platz war. Dies hat vor allem in der Fertigbearbeitung zu einer Durchmischung von einzelnen Produktionslinien oder sogar

---

<sup>20</sup> vgl. Bokranz & Landau, 2012b, S. 163

<sup>21</sup> vgl. Aggteleky, 1970, S. 119; 1990b, S. 651; Bullinger, 1995, S. 149; Grundig, 2013, S. 53; Helbing u. a., 2010, S. 130

<sup>22</sup> vgl. Aggteleky, 1990b, S. 664

ganzer Produktionsbereiche, wie beispielsweise von Gehäusen und Kernen, nach sich gezogen.

Nun bekommt EVVA in der Abteilung Fertigbearbeitung eine neue Maschine. Diese neue Maschine kann aufgrund völlig anderer Abmessungen jedoch nicht auf dem Platz der zu ersetzenden Maschine aufgestellt werden. Weiters steht auch keine ausreichend große freie Fläche im Werk zur Verfügung. Daher müssen für die Platzierung noch weitere Maschinen bewegt werden. Aus diesem Grund will die Firma EVVA das gesamte Fabriklayout im Bereich der Fertigbearbeitung untersuchen und neugestalten. Dabei möchte EVVA jedoch nicht nur Wert auf die wirtschaftlichen Komponenten legen, sondern auch eine ergonomisch gesunde Arbeitsumgebung für die Mitarbeiter schaffen.

## **1.4 Methodische Vorgehensweise**

Die Diplomarbeit setzt sich aus zwei großen Teilen zusammen. Wobei der erste Teil einem Theorieteil entspricht und der zweite Teil sich hauptsächlich mit der Bildung eines Modells beschäftigt und somit den Praxisteil darstellt. Ergänzt werden diese beiden Teile durch ein einleitendes Kapitel 1 sowie ein abschließendes Kapitel 5. In Abbildung 1 ist ein Überblick der einzelnen Kapitel mit den dazugehörigen Zielen und den verwendeten Methoden veranschaulicht.

Zu Beginn der Arbeit werden in Kapitel 1 die Ausgangssituation, die Problemstellung und das Anwendungsszenario bei EVVA beschrieben. Ebenso wird eine methodische Vorgehensweise festgelegt.

In Kapitel 2 werden die theoretischen Grundlagen erläutert. Dies betrifft die Fabrik- und Layoutplanung, den Menschen in der Produktion und die menschlichen Anforderungen in der Fabriklayoutplanung.

Im zweiten Teil wird die Entwicklung und Evaluierung eines Planungsmodells zur humanorientierten Fabrikplanung beschrieben. Hierfür wird in Kapitel 3 zuerst eine Anforderungsanalyse durchgeführt. Mit den festgelegten Anforderungen wird dann ein Prototyp konzipiert. Anschließend werden in Kapitel 4 das entwickelte Planungsmodell auf einen USE-Case bei EVVA angewendet und die Ergebnisse evaluiert. Abgeschlossen wird das Kapitel 4 mit einer Zusammenfassung und kritischen Beleuchtung der Ergebnisse.

Abschließend wird in Kapitel 5 die Arbeit einer kritischen Würdigung unterzogen und mit einem Ausblick abgeschlossen.

## Kapitel 1

### Einleitung

---

- Ziele** - Aufzeigen der Problemstellung und Zielsetzung, Beschreiben des Anwendungsszenarios sowie Festlegung der methodischen Vorgehensweise
- Methoden** - Literaturrecherche, Bildung eines USE-Cases

## Kapitel 2

### Theoretische Grundlagen

---

- Ziele** - Erarbeiten der theoretischen Grundlagen aus der Fabriklayoutplanung und der Ergonomie sowie deren Zusammenführung in der Arbeitssystemgestaltung
- Methoden** - Literaturrecherche

## Kapitel 3

### Entwicklung eines Planungsmodells zur humanorientierten Fabriklayoutplanung

---

- Ziele** - Entwicklung eines Planungsmodells von der Anforderungsanalyse über das Systemdesign bis hin zum Prototypen
- Methoden** - Lasten-/Pflichtenheft, Umsetzung via: MS Excel, MS Visio

## Kapitel 4

### Evaluierung des Planungsmodells

---

- Ziele** - Schaffen eines USE-Case, Testläufe mit dem entwickelten Prototypen, Analyse und Bewertung der Testläufe und Modifikation des Planungsmodells
- Methoden** - Bildung eines USE-Cases, unterstützende Software: Excel, MS Visio, SWOT-Analyse zur Analyse

## Kapitel 5

### Kritische Würdigung und Ausblick

---

- Ziele** - Kritische Würdigung der gesamten Arbeit und einen Ausblick auf Kommendes.
- Methoden** - Differenzierte Betrachtung der Arbeit

Abbildung 1: Methodische Vorgehensweise<sup>23</sup>

---

<sup>23</sup> eigene Darstellung

## 2 Theoretische Grundlagen

Dieses Kapitel erarbeitet die theoretischen Grundlagen für die spätere Modellbildung. In Abschnitt 2.1 werden dabei die grundlegenden Fakten der Fabrik- und Layoutplanung von der Definition über die Anforderungen bis hin zum Ablauf und den angewendeten Methoden beschrieben. Abschnitt 2.2 befasst sich mit dem Menschen in der Produktion und verbundenen Belastungen in der Produktion. Ebenfalls werden die ergonomische und produktivitätsorientierte Arbeitssystemgestaltung beschrieben und Beschreibungs- und Designmethoden dargestellt. Im dritten Unterkapitel werden die Anforderungen des Menschen an das Fabriklayout erläutert und die Methoden der Layoutplanung auf ihre Humanorientierung untersucht.

### 2.1 Fabrik- und Layoutplanung

Der Begriff „Fabrik“ kommt vom lateinischen „fabrica“, was übersetzt so viel wie Werkstätte bedeutet. Eine exakte und pauschale Definition des Begriffs existiert zwar nicht, aber die Fabrik kann als gewerbliche Organisationsform definiert werden. Es handelt sich also um einen Betrieb, der wirtschaftliche Ziele verfolgt. Diese Ziele sind oft von Fabrik zu Fabrik unterschiedlich, was auch damit einhergeht, dass es einen Unterschied macht, ob von einem Handwerksbetrieb, einem Industriebetrieb oder gar einer Raffinerie die Rede ist.<sup>24</sup>

Helbing definiert den Begriff „Fabrik“ folgendermaßen:

„Fabriken sind die örtlich fixierten, funktionellen, technischen und räumlichen Wirkungsstätten der Produktion, in denen Produkte unterschiedlicher oder gleicher Größe, Art und Menge mit naturwissenschaftlichen Wirkprinzipien, technologischen Verfahren und Methoden durch wertschöpfende technische und menschliche Arbeit sowie durch Material-, Betriebsmittel-, Energie- und Informationseinsatz hergestellt, wiederhergestellt oder verwertet werden.“<sup>25</sup>

#### 2.1.1 Grundlagen der Fabrik- und Layoutplanung

Durch die ständige und schnelle Entwicklung in verschiedensten Bereichen unserer Gesellschaft ist es uns nur möglich, die zukünftigen Herausforderungen zu meistern, wenn wir eine ordentliche Planung betreiben. Hierbei steht Planung für potentielle zukünftige Tätigkeiten, die aktiv Einfluss auf die Ausarbeitung der Planungsaufgabe nehmen.<sup>26</sup>

---

<sup>24</sup> vgl. Helbing u. a., 2010, S. 9; Kettner, Schmidt, & Greim, 1984, S. 1; Schmigalla, 1995, S. 34

<sup>25</sup> Helbing u. a., 2010, S. 9

<sup>26</sup> Kettner u. a., 1984, S. 2

Das Planungsobjekt „Fabrik“ hebt sich durch eine hohe Langlebigkeit und enormen Investitionskosten von anderen Objekten ab und ist damit auch eng mit der Investitionsstrategie des Unternehmens verbunden. Deshalb gilt besonders für die Fabrik, dass bereits in der Planung die Richtung für die Funktionalität und auch den Gebrauchswert vorgegeben wird. Unter Berücksichtigung unzähliger Rahmen- und Randbedingungen ist die Funktion der Fabrikplanung das Schaffen der Grundlagen zur Erfüllung des sozialen und volkswirtschaftlichen Zwecks einer Fabrik sowie der betrieblichen Ziele. Zum einen muss es also einen sowohl wirtschaftlich als auch technisch optimalen Produktionsprozess und zum anderen gute Arbeitsverhältnisse für die in der Fabrik arbeitenden Menschen geben.<sup>27</sup>

Der Verein Deutscher Ingenieure definiert Fabrikplanung wie folgt:

„Systematischer, zielorientierter, in aufeinander aufbauende Phasen strukturierter und unter Zuhilfenahme von Methoden und Werkzeugen durchgeführter Prozess zur Planung einer Fabrik von der Zielfestlegung bis zum Hochlauf der Produktion.“<sup>28</sup>

Bei Schmigalla ist die Fabrikplanung „die vorausbestimmte Gestaltung von Fabriken“.<sup>29</sup> Dabei ist die Fabrik nach betriebsökonomischen Zielen, den Anforderungen der tätigen Menschen und der Umwelt auszurichten. Die Fabrikplanung erstreckt sich dabei auf verschiedenste Aktivitäten wie beispielsweise: die Analyse, Zielsetzung, Dimensionierung oder auch die Gestaltung von Fabriken. Die gilt sowohl für die Fabrik als ganzes System als auch für ihre Teilsysteme und Prozesse.<sup>30</sup>

Aggteleky beschreibt die Fabrikplanung als ein sehr umfangreiches und verworrenes Planungsgebiet. Unter dem Leitfaden einer einheitlichen Zielsetzung werden Tätigkeiten unterschiedlicher Natur zu einem Gemeinsamen zusammengefasst. Dank einer hierarchischen Struktur bilden oft die Ergebnisse der vorangegangenen Aufgaben den Input für die nachfolgenden Tätigkeiten und benachbarte Sektoren haben teils großen Einfluss aufeinander.<sup>31</sup>

Die Fabrikplanung beschäftigt sich mit Neu-, Um- und Erweiterungsplanung von Produktionsstätten und Betrieben, vor allem mit den Produktionsmitteln, die den größten finanziellen Aufwand in Anspruch nehmen. Dabei lassen sich aus den Unternehmenszielen die Hauptziele der Fabrikplanung ableiten, da die Fabrikplanung ein Teil der übergeordneten Unternehmensplanung und auf unterschiedlichste Formen mit weiteren Planungsgebieten eng verbunden ist (siehe Abbildung 2). Ebenso muss die Fabrikplanung einer Unmenge an Gesetzen, Vorschriften und Normen Folge

---

<sup>27</sup> vgl. Aggteleky, 1987, S. 22; Kettner u. a., 1984, S. 3

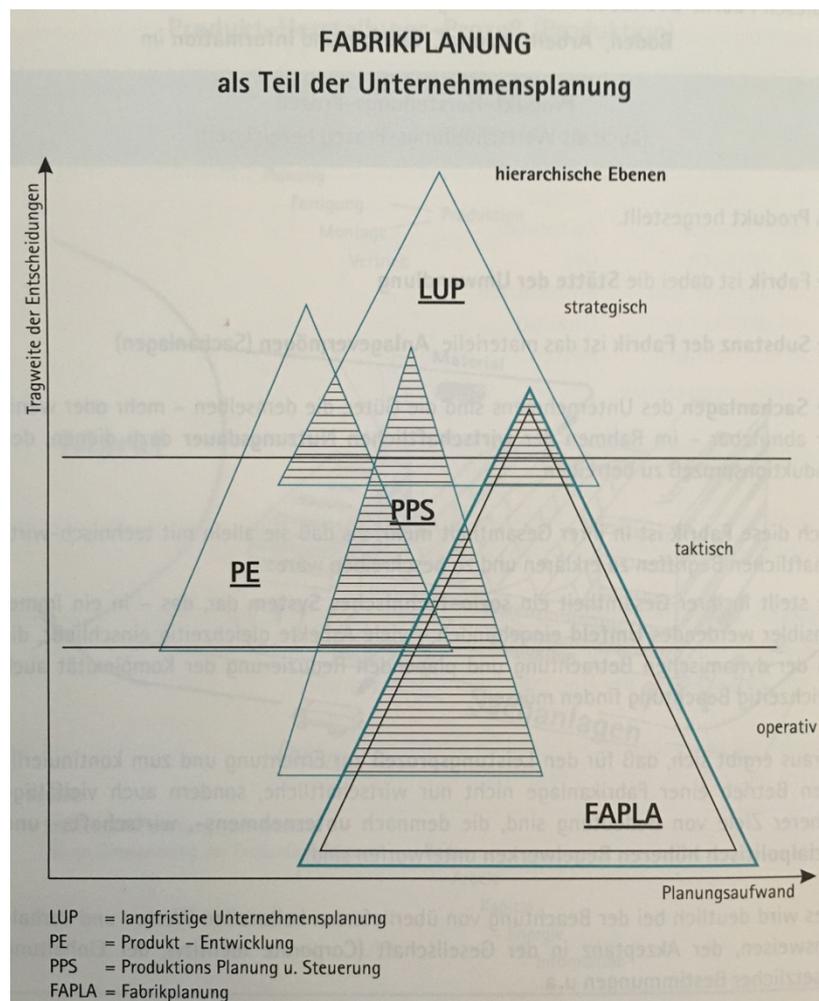
<sup>28</sup> Verien Deutscher Ingenieure, 2011, S. 3

<sup>29</sup> Schmigalla, 1995, S. 71

<sup>30</sup> vgl. Fröhlich, 2013, S. 9; Schmigalla, 1995, S. 71

<sup>31</sup> vgl. Aggteleky, 1987, S. 26

leisten. Dabei werden aus der langfristigen Unternehmensplanung und dem Marketingkonzept Bedingungen und Grunddaten gewonnen. Detaillierte Daten, etwa für die Anordnung und Aufmachung des Produktionsbereiches hingegen, entstammen eher aus der Produktionsplanung und –steuerung. Genauso sind dafür die Produktentwicklung, die zukünftige Produktpolitik und Innovationen zu beachten. Denn die Verwendungsdauer einer einmal erstellten Produktionsstätte mit ihren Betriebsmitteln überschreitet meist aktuelle Produktionsaufgaben. Ein wichtiger Punkt der Fabrikplanung ist daher auch die Möglichkeit zur Entwicklung der Fabrikplanungskonzeption.<sup>32</sup>



**Abbildung 2: Fabrikplanung als Teil der Unternehmensplanung<sup>33</sup>**

Aggteleky schreibt auch noch, dass die Fabrikplanung ihrem Auftrag nur dann entsprechen kann, wenn zwei Themenbereiche miteinander koordiniert werden (Abbildung 3). Zum einen sind das die Aufgabengebiete, sprich die Registrierung der Berührungspunkte mit den einzelnen Gebieten der Unternehmensplanung und zum

<sup>32</sup> vgl. Aggteleky, 1987, S. 21f, 26; Fröhlich, 2013, S. 9; Kettner u. a., 1984, S. 3; Meierlohr, 2003, S. 6; Schmigalla, 1995, S. 71

<sup>33</sup> Felix, 1998, S. 34

anderen die systematische Vorgehensweise, also die zum Einsatz gebrachten Methoden und Werkzeuge.<sup>34</sup>

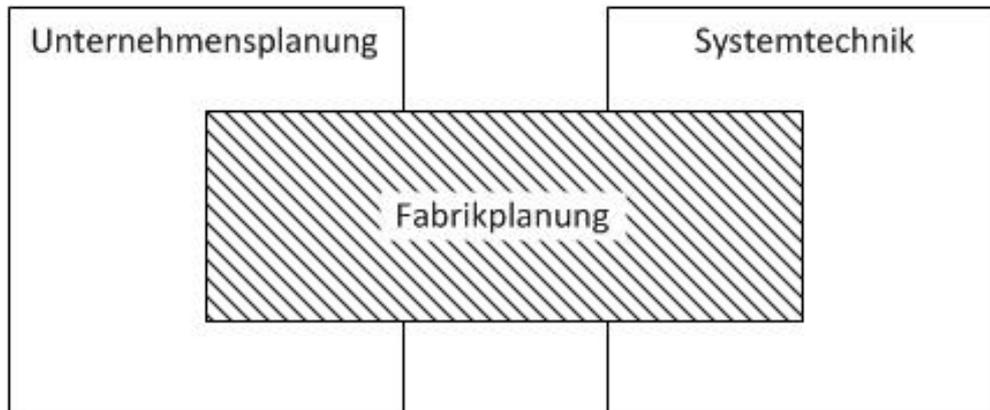


Abbildung 3: Begriffliche Abgrenzung der Fabrikplanung<sup>35</sup>

Kettner leitet aus der allgemeinen Aufgabenstellung der Fabrikplanung vier universelle Hauptzielsetzungen ab:<sup>36</sup>

- Günstiger Produktions- bzw. Fertigungsfluss
- Menschengerechte Arbeitsbedingungen
- Gute Flächen- und Raumnutzung
- Hohe Flexibilität der Bauten, Anlagen und Einrichtungen

Um eine Lösung für die komplexen Aufgaben der Fabrikplanung zu finden und dabei die umfassenden Zielsetzungen zu erfüllen, bedarf es einiger Planungsgrundsätze. Im Folgenden werden einige dieser Grundsätze näher beschrieben.<sup>37</sup>

- Ganzheitliche Planung

Die Fabrikplanung besteht aus vielen einzelnen Aufgaben, die miteinander korrelieren. Deshalb kann die Lösung dieser Teilaufgaben nicht isoliert betrachtet werden, sondern muss unter dem Ziel eines großen Ganzen zusammengefasst werden. Wichtig ist dabei die Sicherung einer optimalen Gesamtlösung.<sup>38</sup>

- Stufenweises und iteratives Vorgehen

Für komplexe Aufgaben wie die Fabrikplanung ist es von Vorteil die Aufgaben in Stufen zu unterteilen. Die Stufen werden in der Regel vom Groben zum Feinen verplant. Wichtig ist dabei, dass die Stufen nicht strikt voneinander

<sup>34</sup> vgl. Aggteleky, 1987, S. 27

<sup>35</sup> vgl. Aggteleky, 1987, S. 26

<sup>36</sup> Kettner u. a., 1984, S. 3

<sup>37</sup> vgl. Kettner u. a., 1984, S. 4

<sup>38</sup> vgl. Grundig, 2013, S. 25f; Kettner u. a., 1984, S. 4

abgegrenzt und nur nacheinander ausgeführt werden müssen, sondern fließende Übergänge und iterative Rückkopplungen entstehen können.<sup>39</sup>

- Variantenprinzip

Bei der Fabrikplanung ergeben sich oft verschiedene Lösungsvarianten und oft auch mehrere Ausführungsmöglichkeiten. Dies ist auch so erwünscht, weil dadurch erst überprüft und verglichen werden kann, wie gut die vorliegende Lösung überhaupt ist. Durch verschiedenste Einflussfaktoren werden dann sukzessive Varianten ausgeschlossen und am Ende die optimale Kompromisslösung für alle Bereiche gefunden.<sup>40</sup>

- Notwendigkeit der Idealplanung

Zur Schaffung eines objektiven Maßstabes bedarf es einer kompromisslosen Idealplanung ohne Rücksicht auf irgendwelche Restriktionen. Nur so ist gewährleistet, dass eine gefundene Realplanung nicht vorschnell als optimal bezeichnet wird.<sup>41</sup>

- Wirtschaftliche Planung

Die komplexen Aufgaben der Fabrikplanung benötigen meist einen hohen Einsatz an Arbeit und Zeit. Dies führt zu enormen Kosten, vor allem durch das eingesetzte Planungspersonal. Daher gilt es darauf zu achten, dass die Planung wirtschaftlich abläuft und es weder zu einer personellen Über- oder Unterbesetzung kommt.<sup>42</sup>

- Interdisziplinäre Planung

Fabrikplanung ist Teamarbeit. Dabei sollen Planer aus den verschiedensten Bereichen von Anfang an zusammenarbeiten.<sup>43</sup>

- Synergetischer Effekt

Laut dem synergetischen Effekt ergibt ein Gesamtkonzept, dank mehrerer Möglichkeiten der Kombination von Problemstellungen, oft mehr als die Summe der einzelnen Teillösungen. Um diesen auszunutzen zu können bedarf es einer ganzheitlichen Lösungsbetrachtung.<sup>44</sup>

---

<sup>39</sup> vgl. Aggteleky, 1987, S. 51; Grundig, 2013, S. 26; Kettner u. a., 1984, S. 5; H. P. Wiendahl, 1999, S. 9\_6

<sup>40</sup> vgl. Aggteleky, 1973, S. 31; 1987, S. 52; Grundig, 2013, S. 27; Kettner u. a., 1984, S. 5; H. P. Wiendahl, 1999, S. 9\_6

<sup>41</sup> vgl. Grundig, 2013, S. 27; Kettner u. a., 1984, S. 6

<sup>42</sup> vgl. Grundig, 2013, S. 26; Kettner u. a., 1984, S. 7

<sup>43</sup> vgl. Kettner u. a., 1984, S. 7

<sup>44</sup> vgl. Aggteleky, 1987, S. 49

## 2.1.2 Schwierigkeiten und Anforderungen der Fabrik- und Layoutplanung

Eine optimale Gestaltung von Betriebsmitteln und Gebäuden beschreibt im Wesentlichen die Zielsetzung der Fabrikplanung. Zur Erreichung dieser Zielsetzung bedarf es unterschiedlichster Teilaufgaben. Zum einen gibt es langfristige Aufgaben, die oft als klassische Fabrikplanung angesehen werden. Das betrifft Strategien, die weiter in die Zukunft reichen als die Nutzungsdauer einer Fertigungsanlage, wie zum Beispiel die Wahl eines Standortes. Einen zweiten Teil machen die mittelfristigen Planungsaufgaben aus. Diese beschäftigen sich mit der Ausarbeitung der Detailpläne entweder für eine Neuanlage oder eine Umgestaltung einer bestehenden Fabrik. Bei den restlichen kurzfristigen Planungstätigkeiten werden lediglich Anpassungen und Verbesserungen an einzelnen bestehenden Produktionsstätten und Anlagen durchgeführt.<sup>45</sup>

Bei genauerer Betrachtung der Zielsetzung bei Wiendahl kann man erkennen, dass die Fabrikplanung drei Zielfelder verfolgt. Ebenso ist das Gesamtkonzept der Fabrikplanung von zahllosen Randbedingungen abhängig (Abbildung 4).<sup>46</sup>

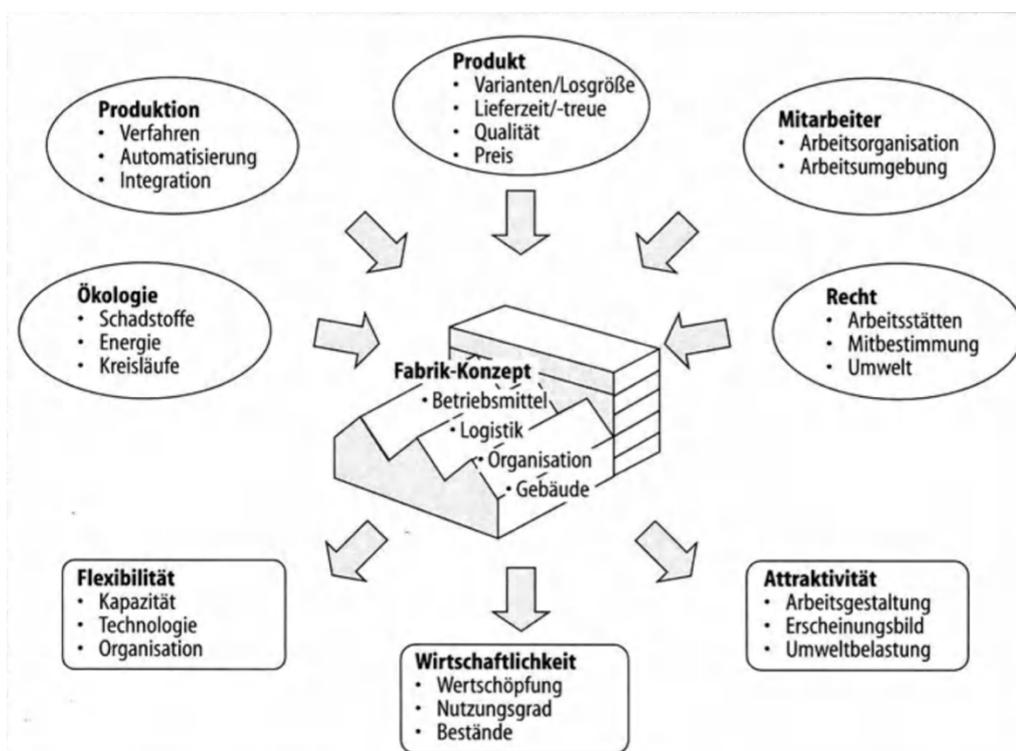


Abbildung 4: Rahmenbedingungen und Zielfelder der Fabrikplanung<sup>47</sup>

<sup>45</sup> vgl. Aggteleky, 1987, S. 30f

<sup>46</sup> vgl. H. P. Wiendahl, 1999, S. 9\_1

<sup>47</sup> H. P. Wiendahl, 1999, S. 9\_2

Es ist ein Fabrik-Konzept zu entwerfen, welches die benötigten Betriebsmittel, die Logistik, die Planungsorganisation und auch die Gebäudeaufteilung betrifft. Hierfür sind schwerpunktmäßig drei Zielfelder zu verfolgen. Im Zentrum steht dabei die Wirtschaftlichkeit der Produktion. Dabei sollte eine möglichst hohe Wertschöpfung bei geringen Beständen möglichst schnell erreicht werden. Ebenso sollte der Nutzungsgrad von Betriebsmitteln, Material und Personal tunlichst hoch sein. Aufgrund ständiger Veränderungen von Markt und Technologie bedarf es auch eines hohen Grads an Flexibilität. Sowohl eine schwankende Nachfrage als auch ein neues Fertigungsverfahren dürfen keine gravierenden Probleme auslösen. Als drittes Ziel gilt es die Fabrik attraktiv zu gestalten. Zum einen ist auf das äußere Erscheinungsbild zu achten und zum anderen sollen stetige Verbesserungen für eine attraktivere Arbeitsumgebung und sinkende Umweltbelastungen sorgen.<sup>48</sup>

Im Laufe der Zeit hat sich ein weiteres Zielfeld bei Wiendahl aufgetan: die Wandlungsfähigkeit. Dabei unterscheidet sich die Wandlungsfähigkeit von der Flexibilität darin, dass größere unerwartete Veränderungen auftreten können, die die Möglichkeiten einer Flexibilität übersteigen.<sup>49</sup> Die Flexibilität beschreibt dabei die Möglichkeit der Veränderung in einer bestehenden Struktur. Die Wandlungsfähigkeit geht dabei über diese Strukturen hinaus.<sup>50</sup> Grundig fasst diese beiden Zielfelder zusammen.<sup>51</sup>

Es ist eine Herausforderung an die Fabrikplanung diese teils gegenläufigen Zielfelder inklusive ihrer einzelnen Zielsetzungen zu vereinen und zu einem bestmöglichen Kompromiss zusammenzuführen. Dabei stehen die Wirtschaftlichkeit und die Wandlungsfähigkeit im Vordergrund. Aber auch die Attraktivität nimmt an Bedeutung zu.<sup>52</sup>

Eine weitere Herausforderung bilden die Planungsbedingungen, die den Hintergrund für das Fabrikkonzept liefern. In Abbildung 4 sind diese in fünf Gruppen zusammengefasst: Produkt, Produktion, Mitarbeiter, Ökologie und Recht.<sup>53</sup> Auch diese Randbedingungen sind nicht immer untereinander vereinbar und darum besteht auch hier die Herausforderung darin, diese möglichst optimal aufeinander abzustimmen.

### 2.1.3 Fabrikplanungssystematik

Für eine gelungene Bewältigung der Fabrikplanungsaufgaben ist eine systematische Vorgehensweise – ein Planungsablauf - von Nöten. Dabei wird der gesamte Ablauf in inhaltlich abgrenzbare und logisch aufeinanderfolgende Planungsphasen unterteilt.

---

<sup>48</sup> vgl. Grundig, 2013, S. 12; H. P. Wiendahl, 1999, S. 9\_1f

<sup>49</sup> vgl. H. P. Wiendahl & Hernández, 2002, S. 135

<sup>50</sup> vgl. Meierlohr, 2003, S. 1

<sup>51</sup> vgl. Grundig, 2013, S. 12

<sup>52</sup> vgl. H. P. Wiendahl & Hernández, 2002, S. 135f

<sup>53</sup> vgl. H. P. Wiendahl, 1999, S. 9\_1

Oftmals bilden dabei die Ergebnisse der vorhergegangenen Phase den Ausgangspunkt der nachfolgenden. In der Literatur gibt es hier verschiedene Aufteilungen der einzelnen Unterteilungen und der dazugehörigen Inhalte. In Abbildung 5 wird hier ein Überblick gegeben.<sup>54</sup>

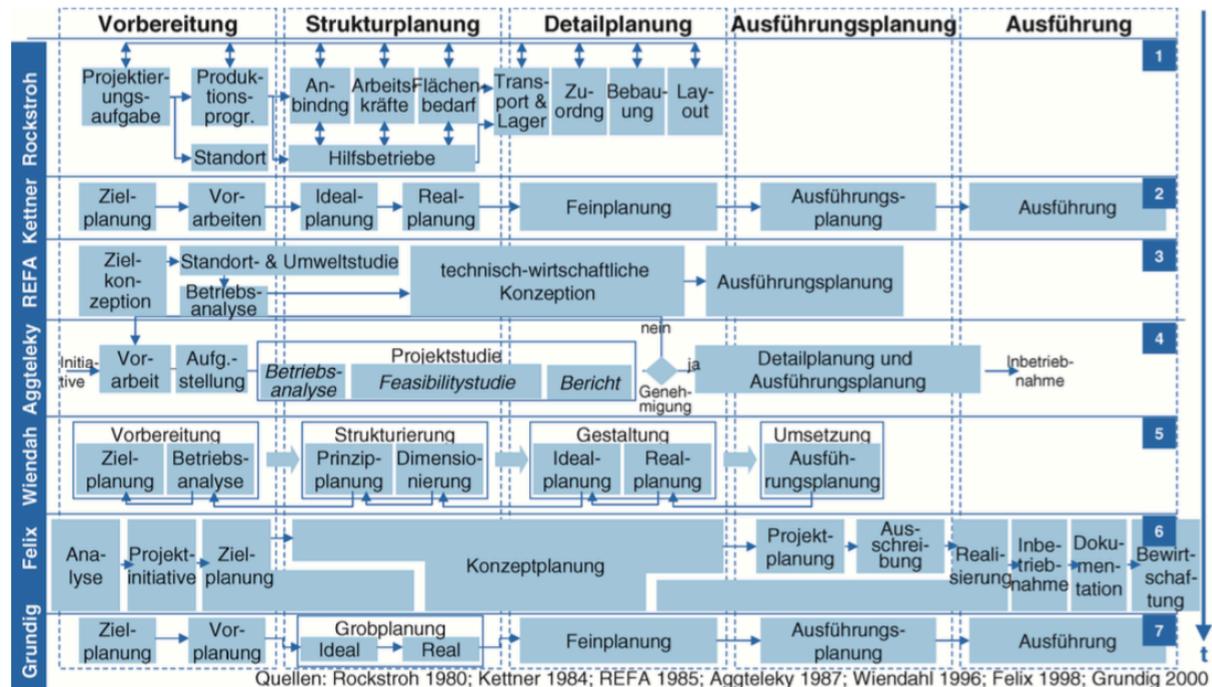


Abbildung 5: Vorgehensweisen klassischer Fabrikplanungsansätze<sup>55</sup>

In dieser Arbeit gehen wir näher auf den aktuellsten Ansatz aus Abbildung 5 ein. Dieser stammt von Grundig und richtet sich nach Kettner<sup>56</sup>. Dabei handelt es sich bei dem 6-Phasen-Modell der Fabrikplanung um eine sehr geläufige Darstellungsweise der Planungssystematik. Den sechs Phasen (Zielplanung, Vorplanung, Grobplanung, Feinplanung, Ausführungsplanung und Ausführung) der Planungssystematik bei Grundig sind sogenannte Planungskomplexe zugeordnet. Dabei befassen sich die jeweiligen Komplexe mit folgenden Punkten:<sup>57</sup>

- Planungsgrundlagen

Ziel- und Problemfelder aufnehmen, Ausgangslage feststellen und Planungsgrundlagen erstellen. Es wird also die Aufgabenstellung definiert.

<sup>54</sup> vgl. Grundig, 2013, S. 37; Kettner u. a., 1984, S. 10; H. P. Wiendahl, 1999, S. 9\_7

<sup>55</sup> Schuh, Gottschalk, Lösch, & Wesch, 2007, S. 196; zusammengestellt aus: Rockstroh, 1980; Kettner u. a., 1984; REFA Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation, 1985; Aggteleky, 1987; H.-P. Wiendahl, 1996; Felix, 1998; Grundig, 2000

<sup>56</sup> vgl. Kettner u. a., 1984

<sup>57</sup> vgl. Grundig, 2013, S. 42, 47

- Fabrikstrukturplanung

Ausarbeiten, Bewerten und Auswählen verschiedener Varianten von Fabrikstrukturen. Die Fabrikstrukturplanung besteht aus der Bildung eines Ideallayouts und der anschließenden Integration in das Gegebene, also die Entwicklung von Reallayoutvarianten.

- Ausführungsprojektierung

Die präferierte Reallayoutvariante wird nun detailliert geplant. Das Ergebnis ist ein Projekt.

- Projektumsetzung

Das im vorderen Schritt entstandene Projekt wird nun mittels Planungsunterlagen und einem Konzept umgesetzt. Am Ende steht die fertig nutzbare Fabrikstruktur.

Der eigentliche Lösungsentwurf, der innovative Kern, findet in der Fabrikstrukturplanung statt.<sup>58</sup> Deshalb gehen wir hier jetzt noch näher auf diese ein.

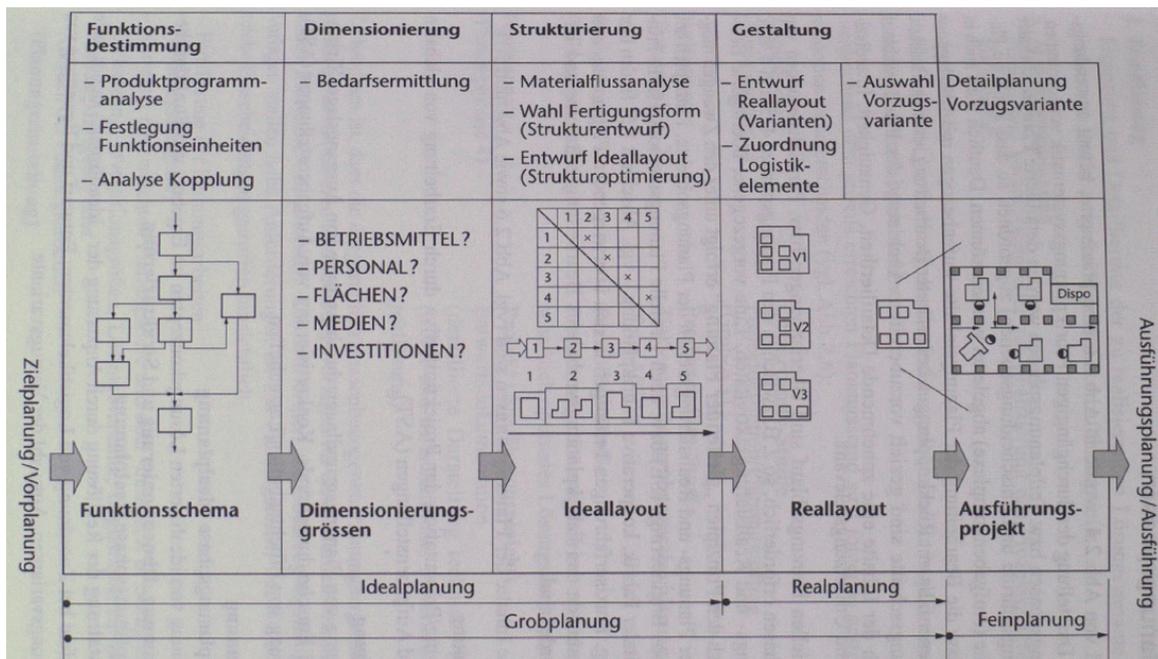


Abbildung 6: Kernfunktionen der Fabrikstrukturplanung<sup>59</sup>

Die Fabrikstrukturplanung entspricht bei den Planungsphasen der Grobplanung. Diese wird wiederum in die zwei Teilplanungsphasen Idealplanung und Realplanung geteilt. Jene Teilplanungsphasen enthalten synthetisierende und integrierende Planungsaktivitäten. Genauer betrachtet können ihnen 4 Kernfunktionen zugeordnet

<sup>58</sup> vgl. Grundig, 2013, S. 43

<sup>59</sup> Grundig, 2013, S. 49

werden (Abbildung 6). Bei der Idealplanung (Systemsynthese) sind dies die Funktionsbestimmung, die Dimensionierung und die Strukturierung. Bei der Realplanung (Systemintegration) kommt noch die Gestaltung hinzu. Bei der Funktionsbestimmung werden die technologischen Funktionen der benötigten Elemente und die funktionellen Prozessverknüpfungen festgelegt. Die Dimensionierung dient dazu, die Anzahl und Art der Elemente zur Realisierung der definierten Funktion zu ermitteln. Anschließend wird bei der Strukturierung eine sowohl betriebswirtschaftlich als auch technisch-organisatorisch geeignete räumliche Anordnung der Elemente des Produktionssystems bestimmt. Das Ergebnis der Systemsynthese ist dann ein Ideallayout, welches dann in der Realplanung in das System integriert wird. Dabei werden in der Gestaltung aus dem Ideallayout, durch Abstimmung und Adaption der Strukturen an reale räumliche Gegebenheiten, mehrere Reallayoutvarianten geschaffen. Diese Varianten werden dann bewertet und eine Vorzugsvariante ausgewählt.<sup>60</sup>

## 2.1.4 Methoden und Werkzeuge der Fabriklayoutplanung

Für die Durchführung einer Fabriklayoutplanung stehen zahlreiche Methoden und Werkzeuge zur Verfügung. Dabei können diese in fünf Verfahrensgruppen eingeteilt werden. Am Anfang steht die Verfahrensgruppe Vorbereitung. Diese Gruppe umfasst Verfahren, die zur Aufnahme und Analyse von Betriebsdaten dienen. In der zweiten Verfahrensgruppe, der Strukturanalyse, werden Verfahren zusammengefasst, die durch die anfangs gewonnenen Informationen die Abläufe und Strukturen bewerten und bestimmen. Die räumliche Anordnung und physische Machbarkeit sowie Ergonomie wird in der dritten Verfahrensgruppe, der Gestaltung, bestimmt. Die Umsetzung mit Verfahren des Projektmanagements bildet die vierte Gruppe. Am Ende bedarf es systematischer Bewertungen verschiedener Lösungsvarianten, weshalb die fünfte Gruppe die Bewertungsverfahren bilden.<sup>61</sup>

### 2.1.4.1 Vorbereitung – Datenerfassung und Analyse

Die Verfahren zur Datenerfassung werden in direkte (primäre) und indirekte (sekundäre) Datenerfassung gegliedert. Wichtig ist bei der Datenerfassung, dass alle Daten vollständig erfasst werden. Hierbei helfen Checklisten zur Überprüfung. Wie in Abbildung 7 ersichtlich ist, können bei der direkten Datenerfassung Daten im laufenden Betrieb durch Befragung und Beobachtung aufgenommen werden. Diese Befragung kann mündlich, schriftlich oder kombiniert stattfinden. Umso mehr Personen befragt werden, desto besser ist die Aussagekraft der Befragung. Bei der Beobachtung wird zwischen einer permanenten Dauerbeobachtung und einer statistischen Kurzeitbeobachtung unterschieden. In der Praxis wird in der Regel die Beobachtung nach statistischen Regeln bevorzugt verwendet, da sie eine wesentlich kürzere Dauer

<sup>60</sup> vgl. Grundig, 2013, S. 43ff

<sup>61</sup> vgl. H.-P. Wiendahl, 1996, S. 9\_18f

hat. Dabei ist das Multimomentverfahren das verbreitetste statistische Verfahren. Dieses Verfahren beruht auf einer zufälligen Menge an Beobachtungen, wobei darauf geachtet werden muss, dass die Genauigkeit von der Anzahl der Beobachtungen abhängt. Wenn bestimmte statistische Regeln eingehalten werden, liefert dieses Verfahren verlässliche Ergebnisse mit einer Sicherheit von bis zu 95%.<sup>62</sup>

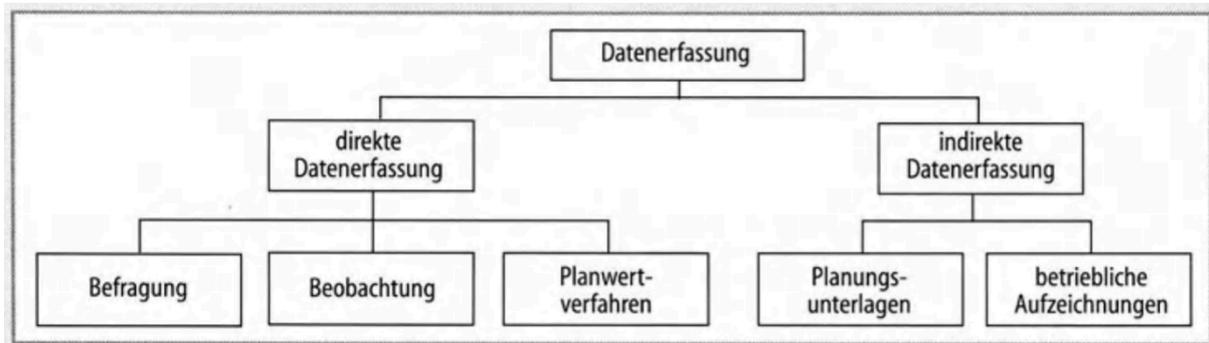


Abbildung 7: Datenerfassungsmethoden<sup>63</sup>

Bei der indirekten Datenerfassung werden keine Daten während eines laufenden Betriebes aufgenommen, sondern vorhandene betriebliche Unterlagen genutzt. Diese Daten reichen von Lageplänen über Produktionsstatistiken bis hin zu Fertigungsunterlagen. Alle diese Unterlagen müssen auf jeden Fall auf Aktualität und Vollständigkeit überprüft werden. Oftmals sind in der Praxis diese Unterlagen nicht ausreichend und müssen durch die Verfahren der direkten Datenerfassung ergänzt werden.<sup>64</sup>

Verfahren, die Wichtiges von weniger Wichtigem trennen, sind ein bedeutendes Werkzeug bei der Aufnahme und Analyse von Daten. Die ABC-Analyse ist ein solches Verfahren. Dabei wird nach statistischen Kriterien eine Klassifizierung aufgrund der Häufigkeitsverteilung bestimmter Eigenschaften durchgeführt. Für die Fabrikplanung ist das klassische Beispiel die Häufigkeitsverteilung des Produktsortiments nach dem Umsatz der einzelnen Produkte. Zum einen gibt es eine geringe Anzahl an Produkten, die viel Umsatz ausmachen (Klasse A) und zum anderen ist eine relativ große Menge an Produkten nur für einen kleinen Teil des Umsatzes verantwortlich (Klasse C). Zwischen diesen beiden Gruppen befindet sich noch eine dritte (Klasse B). Die Festlegung der Grenzen kann dabei individuell festgelegt werden.<sup>65</sup>

#### 2.1.4.2 Verfahren zur Strukturanalyse

Der Arbeitsplan ist für den Fabrikplaner eine wichtige Grundlage, weil darin die Arbeitsvorgänge, ihre Reihenfolge und deren Zuordnung zu Betriebsmitteln bestimmt sind. Für die Darstellung der Arbeitsvorgangsfolge wird ein Arbeitsablaufschema

<sup>62</sup> vgl. Aggteleky, 1990a, S. 238; 1990a, S. 247; H.-P. Wiendahl, 1996, S. 9\_19f

<sup>63</sup> H.-P. Wiendahl, 1996, S. 9\_19

<sup>64</sup> vgl. H.-P. Wiendahl, 1996, S. 9\_20

<sup>65</sup> vgl. Aggteleky, 1990a, S. 251f; H.-P. Wiendahl, 1996, S. 9\_20

(Operationsfolgediagramm) verwendet (Abbildung 8). Während in Abbildung 8a ein Arbeitsablaufschema für ein Erzeugnis dargestellt ist, gibt Abbildung 8b eine tabellarische Übersicht mehrerer Erzeugnisse, die zur Analyse der Arbeitsabläufe eine wichtige Grundlage zur Findung eines Fertigungsprinzips liefert. Die verwendeten Symbole werden von der ASME (American Society of Mechanical Engineers) und dem VDI (Verein Deutscher Ingenieure) empfohlen.<sup>66</sup>

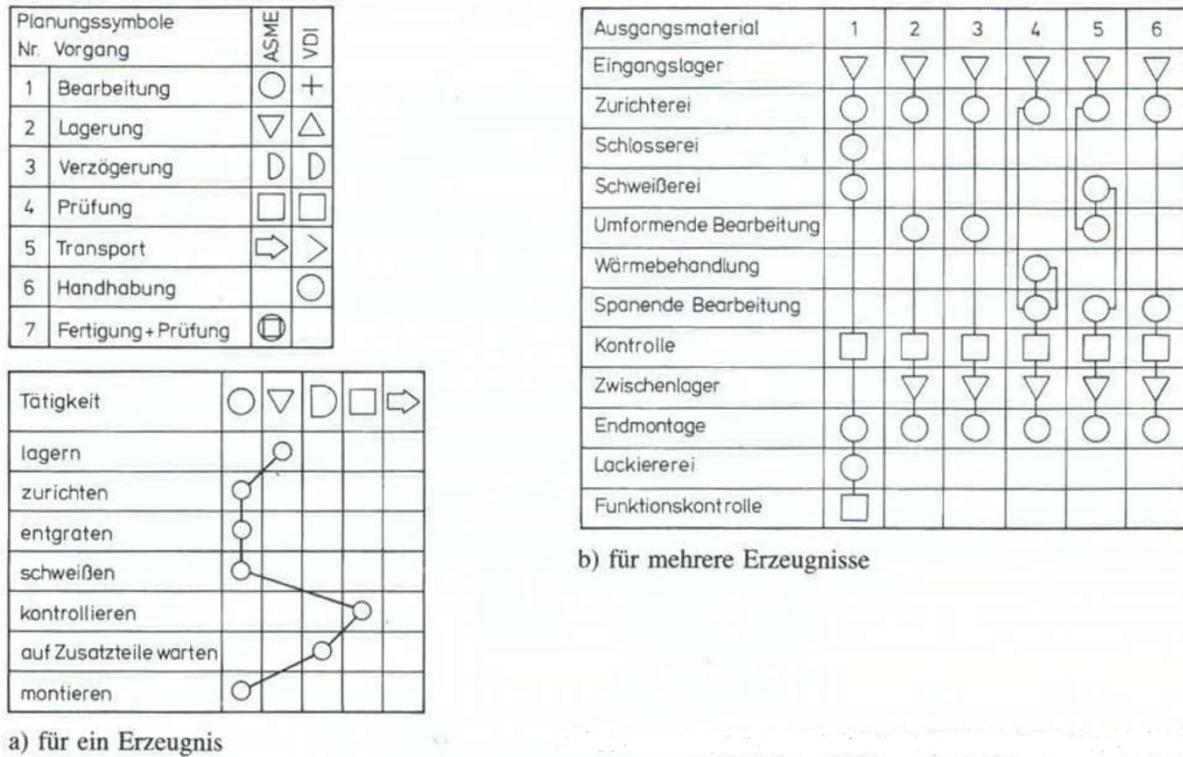


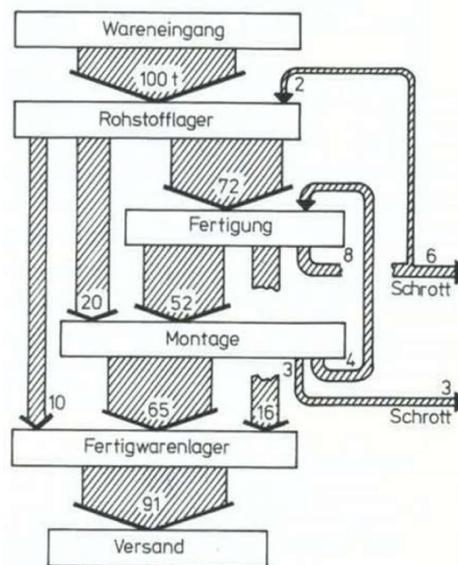
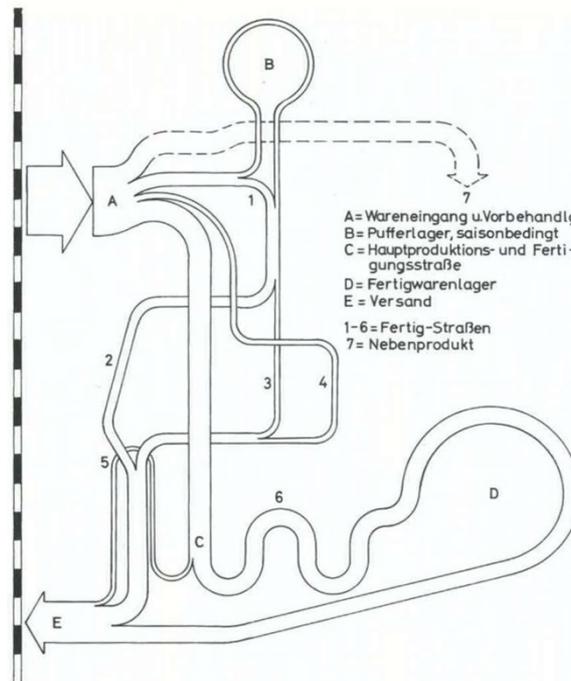
Abbildung 8: Arbeitsablaufschema mit Planungssymbolen<sup>67</sup>

Mithilfe des Sankey-Diagramms kann eine ablauf- und funktionsorientierte Zuordnung der betrieblichen Einheiten dargestellt werden. Die betrieblichen Einheiten können dabei von einer Arbeitsplatzebene bis zu ganzen verknüpften Arbeitsvorgängen, wie in Abbildung 9, variieren. Der Vorteil dieses Sankey-Diagramms liegt darin, dass auch der Materialfluss einfach und übersichtlich dargestellt wird. Allerdings können die räumliche Anordnung und teilweise auch die Entfernungen nicht wiedergegeben werden, was ein erheblicher Nachteil ist. In einem Mengen-Wege-Bild (Abbildung 10) hingegen ist auch eine räumliche Anordnung möglich. Jedoch wird diese Darstellung bei häufig kreuzenden Materialflüssen sehr schnell unübersichtlich.<sup>68</sup>

<sup>66</sup> vgl. Kettner u. a., 1984, S. 98f; H.-P. Wiendahl, 1996, S. 9\_21f

<sup>67</sup> Kettner u. a., 1984, S. 99

<sup>68</sup> vgl. Kettner u. a., 1984, S. 173; H.-P. Wiendahl, 1996, S. 9\_22f

Abbildung 9: Sankey-Diagramm<sup>69</sup>Abbildung 10: Mengen-Wege-Diagramm nach VDI 3300<sup>70</sup>

Mit einer Erweiterung der Auswertung des Arbeitsablaufes um weitere Faktoren, wie Menge, Volumen oder Anzahl zu transportierender Teile oder Transportmittel, ist die Voraussetzung für eine Transportmatrix (Von-nach-Matrix) gegeben (Abbildung 11). Ab einer Anzahl von mehr als zehn Stationen ist es sinnvoll eine solche Matrix zu verwenden, da sie wesentlich übersichtlicher als die zuvor beschriebenen Diagramme ist. Während in der obersten Zeile die Empfangsstationen abgebildet sind, sind in der

<sup>69</sup> Kettner u. a., 1984, S. 173

<sup>70</sup> Kettner u. a., 1984, S. 174, (zit. nach: VDI-Richtlinie 3300, 1959)

ersten Spalte die Absendestellen eingetragen. In den Feldern der Matrix sind Maßzahlen für den Materialfluss, wie Gewicht, Volumen oder Anzahl, eingetragen.<sup>71</sup>

		Materialbereitstellung	Anreißen, Zuschnitt	Fräsen	Bohren	Drehen	Oberflächenbearbeitung	Schweißen	Montage	Lackieren	Prüfen Versand	Summe
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Materialbereitstellung	1	x	650	10	15	50						725
Anreißen, Zuschnitt	2		x	200	200	245		5				650
Fräsen	3		120	x	140	165	80	5				510
Bohren	4		65	75	x	220	60	45	50			515
Drehen	5		95		95	x	120	175	165		20	670
Oberflächenbearbeitung	6			80			x	60	190	10		340
Schweißen	7				70			x	140	20	50	280
Montage	8			50		35			x	340	35	460
Lackieren	9			50		35		105		x	370	560
Prüfen, Versand	10										x	0
Summe	11	0	930	465	520	750	260	395	545	370	475	

Abbildung 11: Materialflussmatrix<sup>72</sup>

#### 2.1.4.3 Darstellung – Layoutentwicklung

Um eine optimale Betriebsmittelanordnung zu erreichen, wurden zahlreiche manuelle und rechnerische Methoden und Verfahren entwickelt, die versuchen den Transportaufwand so gering wie möglich zu halten. In der Praxis erfolgt das Anordnen von Maschinen und Abteilungen nach wie vor oft durch Probieren. Dabei bilden Arbeitsablaufschemata und Transportmatrizen die Datengrundlage.

Bei solchen Probierv Verfahren handelt es sich um Verfahren, die Anordnungen mit den beschriebenen Grundlagen und planerischer sowie betrieblicher Erfahrung erarbeiten. Oftmals helfen hier maßstäbliche Betriebsmittelschablonen oder auch CAD-Systeme mit denen die betrieblichen Elemente auf dem Hallengrundriss frei angeordnet werden können. Eine erste Vorstufe für ein mathematisches Anordnungsverfahren ist das Kreisverfahren nach Schwerdtfeger (Abbildung 12). Bei diesem werden die betrieblichen Elemente auf einem Kreis angeordnet und ihre Beziehungen untereinander mit Pfeilen oder Verbindungslinien dargestellt. Durch Neuordnung wird versucht, dass die Elemente mit hohen Transportbeziehungen möglichst nah beisammen liegen. Ebenso wird vermieden, dass die großen Transportverbindungen quer durch den Kreis verlaufen. Diese sollten möglichst am Kreisumfang geführt sein.<sup>73</sup>

<sup>71</sup> vgl. Dolezalek, Warnecke, & Dangelmaier, 1981, S. 98f; Grundig, 2013, S. 121ff; H.-P. Wiendahl, 1996, S. 9\_23

<sup>72</sup> H.-P. Wiendahl, 1996, S. 9\_23

<sup>73</sup> vgl. Kettner u. a., 1984, S. 229; H.-P. Wiendahl, 1996, S. 9\_25

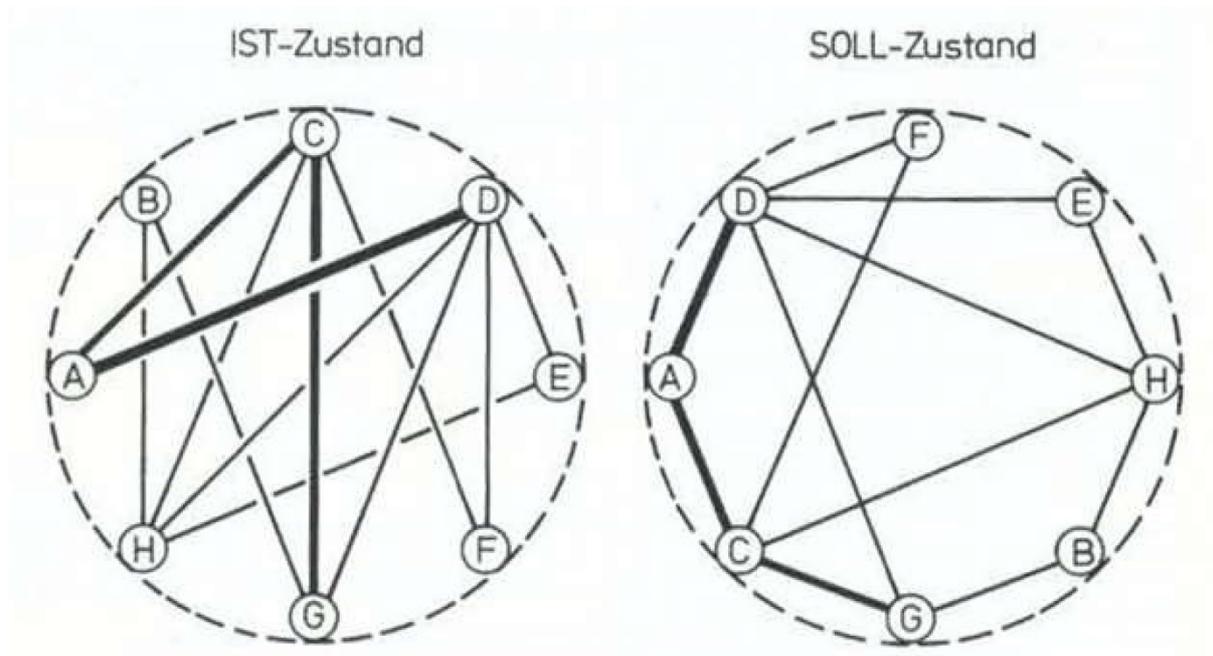


Abbildung 12: Kreisverfahren nach Schwerdtfeger<sup>74</sup>

Bei analytischen Verfahren hingegen kann eine optimale Lösung exakt berechnet werden, da aber bereits für eine relativ kleine Anzahl an Elementen ein enormer Rechenaufwand entsteht, werden diese in der Fabrikplanung praktisch kaum eingesetzt. Bei den heuristischen Verfahren wird der Rechenaufwand durch einfache Rechenvorschriften (Algorithmen) verringert. Das Ergebnis ist dann zwar nicht immer ein Optimum, aber eine dem Aufwand entsprechende gute Lösung. Nach ihren Lösungsprinzipien kann man die heuristischen Verfahren in drei Gruppen einteilen: Aufbauverfahren, Vertauschungsverfahren und Kombinationsverfahren. Weiters wird innerhalb der Gruppen unterschieden, ob ein Verfahren nur gleich große oder auch unterschiedlich große Flächenstücke berücksichtigen kann.<sup>75</sup>

Die Aufbauverfahren werden oft auch als konstruktive Verfahren bezeichnet. Als ersten Schritt werden dabei die beiden Objekte mit der größten Transportintensität auf einen vordefinierten Platz angeordnet. In weiterer Folge werden die Elemente, die die höchste Transportintensität zu den bereits platzierten Objekten haben, ausgewählt und an dem günstigsten Ort im Umkreis des bereits platzierten Kerns angeordnet. Das modifizierte Dreieckverfahren von Schmigalla (Abbildung 13) ist ein bewährtes Aufbauverfahren. Mit dieser konstruktiven Methode werden die Betriebsmittel nacheinander auf die Kreuzungspunkte eines Dreieckrasters angeordnet. Anfangs werden wieder die Betriebsmittel mit der größten Transportbeziehung in die Mitte gesetzt und in weiterer Folge immer das Betriebsmittel mit der größten Materialflussmenge zu allen schon platzierten Betriebsmitteln bestimmt. Für dieses

<sup>74</sup> Kettner u. a., 1984, S. 229

<sup>75</sup> vgl. Kettner u. a., 1984, S. 230; H.-P. Wiendahl, 1996, S. 9\_25

wird dann die optimale Position um den Kern herum festgelegt. Das Dreieckverfahren wird oft bei vernetzten Materialflüssen eingesetzt.<sup>76</sup>

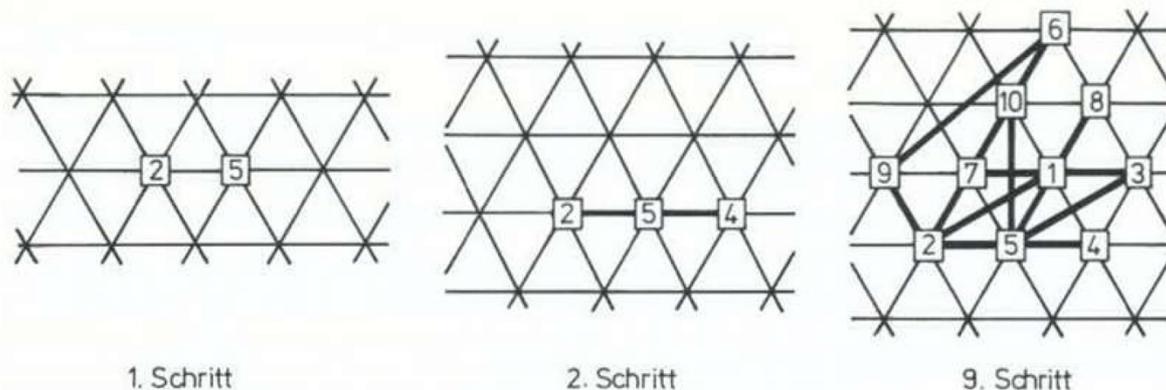


Abbildung 13: Modifiziertes Dreieckverfahren nach Schmigalla<sup>77</sup>

Bei Vertauschungsverfahren dient eine vorhandene oder manuell erstellte Anordnung der betrieblichen Elemente als Ausgangspunkt. Mit schrittweisem Vertauschen einzelner Elemente wird versucht den Zielwert des Layouts zu verbessern. Wenn der Zielwert nicht mehr vermindert werden kann oder eine bestimmte Anzahl an Vertauschungen durchgeführt wurde, wird das Verfahren beendet. Der Grad der möglichen Verbesserung hängt dabei stark vom Ausgangslayout ab. Es gibt nur wenige Verfahren, die Lösungen für ungleich große Grundflächen anbieten, da diese nicht einfach getauscht werden können. Die meisten Vertauschungsverfahren funktionieren daher mit Einsatzflächen oder vorgegebenen Standorten in einem Rasternetz. Die Kombinationsverfahren sind eine Mischung aus den Aufbau- und den Vertauschungsverfahren. Es wird versucht die Vorteile beider zu vereinen und die Nachteile zu eliminieren. Es wird bei den Kombinationsverfahren nicht willkürlich ein Anfangslayout gewählt oder manuell erstellt, sondern gleich durch ein konstruktives Verfahren errechnet. In weiterer Folge wird dann versucht mit schrittweisem Vertauschen dieses Layout zu optimieren. In der Praxis hat sich gezeigt, dass aufgrund der Menge an Einflussfaktoren bei der Layouterstellung die einfachen Verfahren, wie z.B. Aufbauverfahren, schnell zu einer vernünftigen Lösung führen und deshalb auch vermehrt verwendet werden.<sup>78</sup>

#### 2.1.4.4 Bewertungsverfahren

Es ist bei einer großen Anzahl an Lösungsmöglichkeiten und deren Zusammenhang mit der Anzahl an Betriebsmittel nicht möglich ein objektives Gesamtoptimum zu finden. Daher müssen die restlichen Unsicherheiten mittels systematischer Bewertung eliminiert werden. Dabei wird eine überschaubare Anzahl von geeigneten

<sup>76</sup> vgl. Bogatzki, 1998, S. 81f; Dolezalek u. a., 1981, S. 329ff; Kettner u. a., 1984, S. 231; Warnecke, 1993, S. 114f; H.-P. Wiendahl, 1996, S. 9\_25f

<sup>77</sup> Kettner u. a., 1984, S. 232

<sup>78</sup> Kettner u. a., 1984, S. 234f; H.-P. Wiendahl, 1996, S. 9\_26f

Lösungsvarianten miteinander verglichen und bewertet. Ein bewährtes Verfahren für Lösungsvarianten ist die Nutzwertanalyse (Abbildung 14).<sup>79</sup>

Nw Nutzwert B Bewertung (1–7) mit $Nw = B \cdot \text{Gewicht}$				Ideal- variante		Variante 1		Variante 2	
Kriteriengruppe	Gewicht	Kriterium	Gewicht	B	Nw	B	Nw	B	Nw
Anordnung der Produktionsbereiche	50%	Wärmebehandlung	2%	7	14	5	10	4	8
		Mechanische Bearbeitung 1	8%	7	56	6	48	5	40
		Mechanische Bearbeitung 2	8%	7	56	6	48	5	40
		Einbindung des Bohrweks	8%	6	48	6	48	6	48
		Drehen	3%	7	21	2	6	3	9
		Nacharbeit	6%	4	24	6	36	3	18
		Qualitätssicherung	6%	4	24	5	30	7	42
		Verwaltung	2%	7	14	6	12	4	8
		Endkontrolle	2%	5	10	5	10	5	10
		Versand	2%	6	12	3	6	5	10
		Staubentwicklung	3%	5	15	2	6	3	9
Materialfluß	30%	Materialflußstruktur	10%	7	70	6	60	6	60
		Materialflußlänge	8%	7	56	5	40	4	32
		Transporthilfsmittel	5%	7	35	5	25	6	30
		Transportraster	7%	7	49	5	35	1	7
Flächennutzung	20%	Flexibilität	8%	4	32	6	48	2	16
		Nutzungsmöglichkeiten	5%	3	15	6	30	7	35
		Zuordnung Bereitstellflächen	7%	5	35	4	28	4	28
<b>Summe</b>	<b>100%</b>		<b>100%</b>	<b>586</b>		<b>526</b>		<b>450</b>	
<b>Rangliste</b>				<b>1</b>		<b>2</b>		<b>3</b>	

Abbildung 14: Beispiel einer Nutzwertanalyse<sup>80</sup>

Damit die vorhandenen Lösungsvarianten mit einer Nutzwertanalyse bewertet werden können, müssen zuerst Bewertungskriterien und deren Gewichtung bestimmt werden. In Summe sollte die Gewichtung der Kriterien sinnvollerweise den Wert einhundert ergeben. Dabei kann der Beurteilungswert der Kriterien frei gewählt werden. Je nach Detaillierungsgrad der Kriterien variiert die Bewertungsskala. Sind nur vage Aussagen vorhanden, wird eine Skala von 1 bis 3, bei genaueren Informationen eine von 1 bis 5 und in Spezialfällen gar eine Skala von 1 bis 10 empfohlen. Durch die Multiplikation der einzelnen Bewertungen und ihrer Gewichtung wird der Nutzwert ermittelt. Anschließend werden alle Nutzwerte zusammenaddiert und man erhält den

<sup>79</sup> vgl. H.-P. Wiendahl, 1996, S. 9\_27

<sup>80</sup> H.-P. Wiendahl, 1996, S. 9\_27

Gesamtnutzwert. Mit dieser Methode ist eine umfassende Berücksichtigung aller Kriterien möglich und somit eine Beurteilung nach technischen und wirtschaftlichen Faktoren möglich. Jedoch ist zu beachten, dass durch die Aufstellung der Kriterien und ihrer Gewichtung nach wie vor ein subjektiver Einfluss gegeben ist.<sup>81</sup>

## 2.2 Der Mensch in der Produktion

Jede Person hat einen eigenen Zugang zum Thema Arbeit. Auch die Stellung der Arbeit in der Gesellschaft und die Bedeutung für den Menschen haben sich bereits oft gewandelt. Dabei sind heute für die europäische Gesellschaft zwei Punkte bezüglich der Arbeit besonders wichtig. Zum einen der gesellschaftliche Aspekt der Arbeit, die die Grundlage der menschlichen Existenz bildet. Ebenso bestimmt sie auch die gesellschaftliche Stellung des Menschen und sein Ansehen. Der Mensch gewinnt durch seine Arbeit ein Selbstbewusstsein als schaffender, gestaltender und schöpferischer Mensch. Zum anderen spielt auch der ökonomische Aspekt eine große Rolle. Der Mensch stellt mit seiner Arbeit Güter her oder verrichtet Dienstleistungen. Mit der dafür erhaltenen Entlohnung kann er andererseits wieder Güter erwerben oder Dienste anderer in Anspruch nehmen. Die Arbeit führt demnach auch zur Sicherung der materiellen Existenz.<sup>82</sup>

Die Arbeit beeinflusst den Menschen in Bezug auf seine persönliche Entwicklung, sein Wohlbefinden und seine Identität. Aufgrund dieser These fordert Hacker<sup>83</sup> im Zuge der Humanisierung der Arbeit, dass Arbeitsaufgaben nicht nur ausführbar, schädigungslos und beeinträchtigungsfrei sind, sondern auch die Persönlichkeit fördern.<sup>84</sup>

In diesem Kapitel werden die Grundlagen für eine humangerechte Arbeitssystemgestaltung beschrieben. Beginnend bei der Analyse der Arbeit und ihre Formen über die Bewertung bis hin zur Gestaltung.

### 2.2.1 Arbeitsformen menschlicher Arbeit

Die Vielfalt menschlicher Arbeit wird in Arbeitssysteme und realen Tätigkeiten in einzelne Typen und Formen geteilt. So wird die Komplexität der Arbeit gesenkt. Sie wird auf ein möglichst kleines Maß an Kriterien beschränkt, die gemessen und bewertet werden können. Die gebräuchlichste Unterteilung von Arbeitsformen ist die Trennung in geistige und körperliche Arbeit. Hierbei ist meist gemeint, dass einer dieser beiden Aspekte überwiegt. Denn in realen Arbeitssystemen und Tätigkeiten gibt es weder nur geistige noch nur körperliche Arbeit. Bei einer körperlichen Arbeit sind

---

<sup>81</sup> vgl. Aggteleky, 1990a, S. 322ff; Kettner u. a., 1984, S. 120ff; H.-P. Wiendahl, 1996, S. 9\_28

<sup>82</sup> vgl. Verband für Arbeitsgestaltung & Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation, 1991b, S. 10

<sup>83</sup> vgl. Hacker, 2005, S. 800f

<sup>84</sup> vgl. Resch, 1997, S. 229

stets zumindest simple geistige Tätigkeiten vorhanden, wie etwa die Aufgabenstellung in Erinnerung zu behalten. Ebenso gibt es zwar theoretisch reine geistige Tätigkeiten über eine gewisse Zeit, aber diese müssen dann ausgeführt oder weitergegeben werden, was wiederum mit körperlicher Betätigung einhergeht. Die Arbeitswissenschaft unterteilt diese Extremformen der menschlichen Arbeit in informatorische und energetische Arbeit. Es handelt sich dabei um reinen Informations- oder Energieumsatz. In Tabelle 1 sind verschiedene Arbeitsformen dargestellt, die sich aus diesen beiden Grundtypen zusammensetzen.<sup>85</sup>

Typ der Arbeit	Energetische Arbeit		Informatorische Arbeit		
Grundform menschlicher Arbeit	vorwiegend körperlich		vorwiegend nicht körperlich		
Art der Arbeit	Mechanisch	Motorisch	Reaktiv	Kombinativ	Kreativ
Arbeitsinhalt	Erzeugen von Kräften	Koordination von Motorik und Sensorik	Umsetzen von Information in Reaktion	Umsetzen von Eingangs- information in Ausgangs- information	Erzeugung von Information
Beispiele	Tragen	Montieren	Auto fahren	Konstruieren	Erfinden
Beanspruchung von Organen und Fähigkeiten	Muskeln, Sehnen, Skelett, Atmung	Sinnesorgane, Muskeln, Sehnen, Kreislauf	Sinnesorgane, Reaktions- und Merkfähigkeiten, Muskeln	Denk- und Merkfähigkeit, Muskeln	Denk-, Merk-, und Schlussfolgerungs-fähigkeiten

**Tabelle 1: Verschiedene Arbeitsformen menschlicher Arbeit als Kombination der Grundtypen energetischer und informatorischer Arbeit<sup>86</sup>**

### Energetisch-effektorischer Anteil

Tätigkeiten des Menschen, die mit Krafterzeugung und Umsetzung mechanischer Energie zusammenhängen, werden der energetisch-effektorischen Arbeit zugeordnet. Oft wird es in der Literatur auch als Muskelarbeit bezeichnet. Durch die Mechanisierung und Automatisierung hat die körperliche Arbeit zunehmend an Bedeutung verloren. Dennoch gibt es in der Industrie und der Landwirtschaft unzählige Arbeitsplätze und Tätigkeiten, die einer Muskelarbeit bedürfen. Wenn beispielsweise eine Mechanisierung nicht möglich oder nicht wirtschaftlich ist. Die Aufgabe der Arbeitsgestaltung ist es aber nicht den Menschen von körperlicher Arbeit zu

<sup>85</sup> vgl. Bokranz & Landau, 2012a, S. 133f; Luczak, 1997, S. 14; Schlick, Bruder, & Luczak, 2010, S. 223

<sup>86</sup> Modifiziert aus Rohmert, 1983a, S. 20; Schlick u. a., 2010, S. 224

beschützen, sondern diese Arbeit humangerecht zu gestalten. Sie soll so gestaltet werden, dass eine dauerhafte Ausübung ohne unnötig hohe Beanspruchung und eventuelle gesundheitliche Beschwerden gewährleistet ist.<sup>87</sup>

Beim energetisch-effektorischen Anteil der menschlichen Arbeit handelt es sich meistens um eine Belastung der Skelettmuskulatur. Es werden Kräfte erzeugt oder Bewegungen ausgeführt. Für den Muskel gibt es dabei zwei unterschiedliche Arbeitsmöglichkeiten. Zum einen die statische und zum anderen die dynamische Muskelarbeit. Bei der statischen Muskelarbeit wird nur eine Kraft erzeugt aber keine Bewegung ausgeführt. Physikalisch gesehen ist die Arbeit das Produkt aus Kraft und Weg und die statische Muskelarbeit würde daher keine Arbeit leisten. Deshalb wird arbeitsphysiologisch betrachtet die Arbeit besser aus dem Produkt Kraft und Zeit bestehen. Weiters berücksichtigt die physiologische Sicht, dass bei Muskelarbeit neben dem Körperorgan Muskel auch weitere Organe wie Herz, Lunge und Kreislauf belastet werden. Vor allem bei der statischen Muskelarbeit kann durch die dauernd wirkende Muskelkontraktion die Durchblutung gestört werden. Hingegen bei der dynamischen Muskelarbeit werden Muskeln abwechselnd angespannt und wieder entspannt und somit eine Bewegung und auch physikalische Arbeit verrichtet. Ebenso kann dieses abwechselnde An- und Entspannen der Muskeln sogar durchblutungsfördernd wirken. Physiologisch gesehen ist unser Muskelsystem für dynamische und nicht für statische Arbeit ausgelegt.<sup>88</sup>

Die statische Muskelarbeit kann weiter in eine statische Haltungsarbeit und eine statische Haltearbeit unterteilt werden. Wenn nur eine innere Kraftwirkung auftritt, um die Beibehaltung einer Körperstellung zu gewähren, spricht man von statischer Haltungsarbeit. Kommt es zu einer äußeren Krafteinwirkung, wie etwa dem Halten von Werkzeugen, spricht man hingegen von statischer Haltearbeit. Bei der dynamischen Muskelarbeit wird eine weitere Unterteilung nach der Größe der eingesetzten Muskelgruppen gemacht. Man spricht von einer einseitig dynamischen Muskelarbeit, wenn nur kleine Muskelgruppen eingesetzt werden und es zu lokalen Ermüdungserscheinungen kommt. Wenn große Muskelgruppen eingesetzt werden und dabei auch das Kreislauf- und Atmungssystem belastet werden, ist von schwerer dynamischer Muskelarbeit die Rede.<sup>89</sup>

### **Informativischer Anteil**

Abgesehen von der energetisch-effektorischen Arbeit ist es ebenso eine wichtige Aufgabe der Arbeitswissenschaft die Arbeitssysteme in Bezug auf die menschliche Informationsverarbeitung zu planen, zu entwickeln und zu verbessern. Diese Systeme unterscheiden sich in ihrer Arbeitsfunktion von Überwachung über Kontrolle bis hin zur

---

<sup>87</sup> vgl. Schlick u. a., 2010, S. 228f

<sup>88</sup> vgl. Bokranz & Landau, 2012a, S. 133ff; Rohmert, 1983a, S. 22; Schlick u. a., 2010, S. 24f

<sup>89</sup> vgl. Bokranz & Landau, 2012a, S. 133ff; Rohmert, 1983a, S. 22f; Schlick u. a., 2010, S. 225

Steuerung. Bei all diesen Funktionen bedarf es zum Erfüllen der Aufgabe einer zielorientierten Informationsverarbeitung. Dabei liegt der Fokus immer auf Effektivität und Effizienz. Dies gilt zum einen für die Aufgabe, die mit geringstem Ressourcenaufwand (effizient) erfüllt werden muss (effektiv), und zum anderen auch für das menschliche Handeln. Mit geringem physiologischen und psychologischen Ressourcenaufwand muss das Nötige zur richtigen Zeit getan werden und dabei darf die verwendete Technik nicht überbeansprucht werden. Die Interaktion von Mensch und Technik sollte mithilfe fundierter Kenntnisse über die Funktionsweise der menschlichen Informationsverarbeitung durchgeführt werden. Nur unter Berücksichtigung von deren Grenzen können bei der Gestaltung solcher Arbeitssysteme unnötige Belastungen vermieden werden.<sup>90</sup>

Für den informatorischen Anteil der Arbeit ist es bis heute nicht gelungen eine logische und stichhaltige Unterteilung, wie es bei der Muskelarbeit der Fall ist, zu schaffen. Grund dafür sind zum einen die zahlreichen Ausprägungen der hauptsächlich nichtkörperlichen Arbeit und zum anderen ist es offenbar in der Arbeitsphysiologie nicht möglich geeignete Messgrößen zu finden, die über die Dauer ganzer Arbeitseinheiten die Beanspruchung am Arbeitsplatz beschreiben können. Um aber dennoch eine Teilung hinsichtlich Beobachtbarkeit und Messbarkeit machen zu können, wird der klassische psychophysiologische Ansatz der Gliederung nichtkörperlicher Arbeit verwendet. Dabei werden drei Phasen unterschieden. Die frühen Prozesse der Informationsaufnahme, die mithilfe der Sinnesorgane (Rezeptoren) das Entdecken eines Reizes betreffen. Darauf folgen die zentralen Prozesse der Informationsverarbeitung, wobei es sich um das Erkennen der Bedeutung des Reizes, das Entscheiden zwischen Handlungsmöglichkeiten und die Verbindung mit vergangenen Inhalten handelt. Als letztes folgen dann die späten Prozesse der Reaktion mittels Koordinierung und Steuerung von Bewegungen. Dieser Gliederungsansatz unterteilt sich nach dem jeweiligen Organsystem, das belastet wird (siehe Tabelle 2). Dabei spricht man von sensorischer Arbeit, wenn die Rezeptoren belastet werden. Kommt es zu Engpässen im Zentralnervensystem ist die Rede von diskriminatorischer und kombinatorischer Arbeit. Wenn es zu einer Belastung der Effektoren kommt wird dies als sensomotorische Arbeit bezeichnet.<sup>91</sup>

In Tabelle 2 sind noch weitere Gliederungsansätze aufgeführt, die sich aber nicht gegenseitig ausschließen. Bei der Gliederung nach dem Arbeitsinhalt wird unterschieden, was mit der Eingangsinformation passiert. Entweder wird sie in eine Reaktion oder eine Ausgangsinformation umgesetzt oder es wird Information erzeugt. Bei der Gliederung nach der Arbeitsfunktion spricht man entweder von Überwachung, Kontrolle oder Steuerung. Unterteilt man die vorwiegend nichtkörperliche Arbeit nach dem Gliederungsmerkmal Aktivitätsniveau gibt es vier Ausprägungen zu

<sup>90</sup> vgl. Schlick u. a., 2010, S. 286

<sup>91</sup> vgl. Rohmert, 1983a, S. 23f; Schlick u. a., 2010, S. 226f

unterscheiden: eine geistige Tätigkeit im engeren Sinne, eine kontinuierliche Informationsverarbeitung, eine einförmige Tätigkeit und einen Mangel an aktiver Betätigung. Oftmals kommt man in einzelnen Fällen nicht um einen enormen Mess- und Beurteilungsaufwand für menschliche Arbeitssysteme herum, aber es lassen sich in der Arbeitswissenschaft meist ausreichende Verallgemeinerungen tätigen, die uns dann zu den Arbeitsinhalten aus Tabelle 1 führen.<sup>92</sup>

Gliederungsmerkmal	Ausprägung des Gliederungsmerkmals
Arbeitsinhalt	Information -> Reaktion Information -> Information Erzeugen von Information
Arbeitsfunktion	Überwachung Kontrolle Steuerung
Aktivitätsniveau	Geistige Tätigkeit im engeren Sinne Kontinuierliche Informationsverarbeitung Einförmige Tätigkeit Mangel an aktiver Betätigung
Organsysteme (während der sequentiellen Arbeitsprozesse des Entdeckens -> Erkennens -> Entscheidens -> Handelns)	Organsystem: <div style="display: flex; justify-content: space-between; padding-left: 40px;"> <span>Rezeptoren</span> <span>- sensorische Arbeit</span> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; padding-left: 40px;"> <span>Zentralnervensystem</span> <span>- diskriminatorische Arbeit - kombinatorische Arbeit</span> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; padding-left: 40px;"> <span>Effektoren</span> <span>- sensumotorische Arbeit</span> </div>

**Tabelle 2: Verschiedene Gliederungsansätze der vorwiegend nichtkörperlichen Arbeit<sup>93</sup>**

### 2.2.2 Produktivität, Arbeitsleistung und Leistungsangebot

Arbeit ist bei geeigneten technischen und organisatorischen Bedingungen nicht nur erträglich und nicht gesundheitsschädigend, sondern kann für den Arbeitenden auch zur Selbstbestätigung, Anerkennung und sozialen Kontakten führen. Dies ist jedoch meist nicht das vorrangige Anliegen. Viel wichtiger ist Produkte und Dienstleistungen für den Verbrauch Anderer herzustellen. Dieses Herstellen eines Produktes oder einer Leistung unterliegt normalerweise dem Wirtschaftlichkeitsprinzip, also der Optimierung

<sup>92</sup> vgl. Bokranz & Landau, 2012a, S. 137f; Rohmert, 1983a, S. 24

<sup>93</sup> Modifiziert nach Rohmert, 1983a, S. 24

des Verhältnisses von Aufwand und Ertrag.<sup>94</sup> Dieses Verhältnis der hervorgebrachten Leistungen zu den eingesetzten Faktormengen wird als Produktivität bezeichnet.<sup>95</sup>

Aus volkswirtschaftlicher Sicht steht der Begriff Produktivität für die Rentabilität aus Arbeit, Boden und Kapital. Dabei ist von Arbeitsproduktivität die Rede, wenn es um den wirtschaftlichen Erfolg des Tuns der Arbeiter geht.<sup>96</sup> Eine steigende Arbeitsproduktivität deutet darauf hin, dass die Effektivität und Effizienz, der in einer Volkswirtschaft eingesetzten Arbeitssysteme, optimiert werden. Diese Steigerung kann durch verschiedene Maßnahmen erhöht werden. Zum einen kann die Arbeitsproduktivität durch technische oder organisatorische Maßnahmen gesteigert werden. Hierbei wird die menschliche Arbeit wirksamer und bei gleichem Input ein höherer Output erreicht. Und zum anderen kann die Arbeitszeit oder die Anstrengung der Beschäftigten gesteigert und so der Output erhöht werden. In der Realität laufen diese beiden Szenarien oft gemeinsam ab, da die technische Optimierung oftmals zu einer Verdichtung von Entscheidungen, die durch den Menschen getroffen werden, führt und somit die Belastung am Menschen auch ansteigt.<sup>97</sup>

Die betriebswirtschaftliche Produktivität unterscheidet sich von der volkswirtschaftlichen dahingehend, dass in der Betriebswirtschaft anstatt Geldwerten mit Hilfe von Mengenwerten gemessen wird.<sup>98</sup> Auch heute folgt man in der Betriebswirtschaftslehre noch dem System von Gutenberg mit den betriebswirtschaftlichen Produktionsfaktoren.<sup>99</sup> Gutenberg teilt die menschliche Arbeit in zwei Gruppen. Auf der einen Seite gibt es die Elementarfaktoren, die sich mit objektbezogener Arbeit beschäftigen (z.B. Schaffung von Leistungen wie etwa Produkte) und auf der anderen Seite ist die Rede von dispositiven Faktoren, welche sich mit dispositiver Arbeit (z.B. Planung und Organisation) beschäftigen (siehe Abbildung 15). Im Elementarfaktor Betriebsmittel werden die volkswirtschaftlichen Produktionsfaktoren Boden und Kapital zusammengefasst. Betriebsmittel umfassen dabei alle Grundstücke, Gebäude, Anlagen, Werkzeuge und finanzielle Mittel. Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe sowie Vorprodukte sind in Werkstoffe zusammengefasst.<sup>100</sup>

---

<sup>94</sup> vgl. Schlick u. a., 2010, S. 6

<sup>95</sup> vgl. Bokranz & Landau, 2012a, S. 9; Gutenberg, 1958, S. 27ff; Lechner, Egger, & Schauer, 2013, S. 72

<sup>96</sup> vgl. Bokranz & Landau, 2012a, S. 6

<sup>97</sup> vgl. Bokranz & Landau, 2012a, S. 7; Schlick u. a., 2010, S. 6

<sup>98</sup> vgl. Bokranz & Landau, 2012a, S. 7

<sup>99</sup> vgl. Gutenberg, 1971

<sup>100</sup> vgl. Bokranz & Landau, 2012a, S. 8

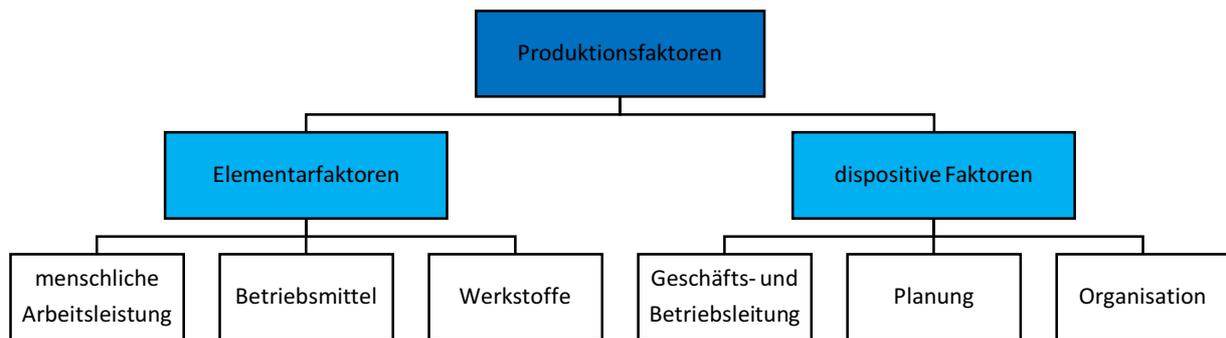


Abbildung 15: System der betriebswirtschaftlichen Produktionsfaktoren nach Gutenberg<sup>101</sup>

Seit Gutenberg wird die Produktivität, bezogen auf die industrielle Produktion, als Maßstab für die Rentabilität der Faktorenkombination von menschlicher Arbeit, Betriebsmitteln und Werkstoffen verwendet.<sup>102</sup> Gutenberg hat die Produktivität  $P$  wie folgt definiert:

$$P = \frac{\text{Ergebnis der Faktoreinsatzmengen}}{\text{Faktoreinsatzmengen}}$$

Formel 1: Produktivität nach Gutenberg<sup>103</sup>

Wenn man die Produktivität als Verhältnis zwischen Ertrag und Einsatz versteht, steht im Zähler die erbrachte Leistung in Stückzahlen, Meter, Kilogramm und anderen. Im Nenner befindet sich der Verbrauch an menschlicher Arbeit, Maschinenarbeit, Werkstoffen und sonstigen Dienstleistungen. Die Gesamtproduktivitätsmessung gestaltet sich in der Realität oftmals schwierig, da die einzelnen Faktoren sich qualitativ unterscheiden und nicht einfach addiert werden können. Deshalb werden oftmals Teilproduktivitäten berechnet, wie beispielsweise die Arbeitsproduktivität und die Materialeinsatzproduktivität. Bei der Arbeitsproduktivität wird das Arbeitsergebnis dem Arbeitseinsatz gegenübergestellt und bei der Materialeinsatzproduktivität wird stattdessen im Nenner der Materialeinsatz dem Ergebnis gegenübergestellt.<sup>104</sup>

Eng mit der Produktivität verbunden ist die Leistung, die ja im Zähler aufscheint. Hierfür gibt es verschiedene Leistungen mit unterschiedlichen Definitionen. In der Physik wird die Leistung als die aufgewendete Energie bzw. erbrachte Arbeit pro Zeiteinheit definiert und Arbeit ist wiederum Kraft mal Weg. In der Ökonomie hingegen versteht man unter Leistung jedes sachzielbezogene geldbewertete Ergebnis eines Wirtschaftsprozesses. Die Arbeitswissenschaft richtet sich bei der Definition der Arbeitsleistung nach der ökonomischen Linie, da die physikalische Definition nur einen Teil der menschlichen Arbeit erfasst. Es ist physikalisch nicht möglich beispielsweise

<sup>101</sup> Modifiziert nach Bokranz & Landau, 2012a, S. 8

<sup>102</sup> vgl. Bokranz & Landau, 2012a, S. 9

<sup>103</sup> Gutenberg, 1958, S. 29

<sup>104</sup> vgl. Gutenberg, 1958, S. 29f; Lechner u. a., 2013, S. 72f; Thommen & Achleitner, 2009, S. 120

Haltearbeit als Arbeit festzuhalten, da kein Weg vorhanden ist. Weiters ist es auch nicht möglich informatorische Arbeit in die physikalische Leistung miteinzubeziehen. Daher wird in der Arbeitswissenschaft die Arbeitsleistung als das Arbeitsergebnis eines Arbeitssystems bezogen auf die Zeiteinheit definiert.<sup>105</sup>

Die beständige Einhaltung des Wirtschaftlichkeitsprinzips ist eines der finanziellen Ziele eines Unternehmens. Was bei dem Produktionsfaktor Vermögen auch ohne weiteres funktioniert, wird bei der menschlichen Arbeitsleistung, aufgrund zusätzlicher humaner und sozialer Aspekte, oft an Grenzen stoßen. Deshalb stehen in der Arbeitswelt immer Leistungserwartungen einem Leistungsangebot gegenüber. Wenn der Fokus der Betrachtung dabei auf dem Menschen liegt, ist es fast selbstverständlich, dass die geforderte Leistung mit dem Leistungsvermögen des arbeitenden Menschen übereinstimmen soll. Dieses Leistungsangebot besteht aus der Zusammensetzung von Leistungsfähigkeit und Leistungsbereitschaft (siehe Abbildung 16).<sup>106</sup>

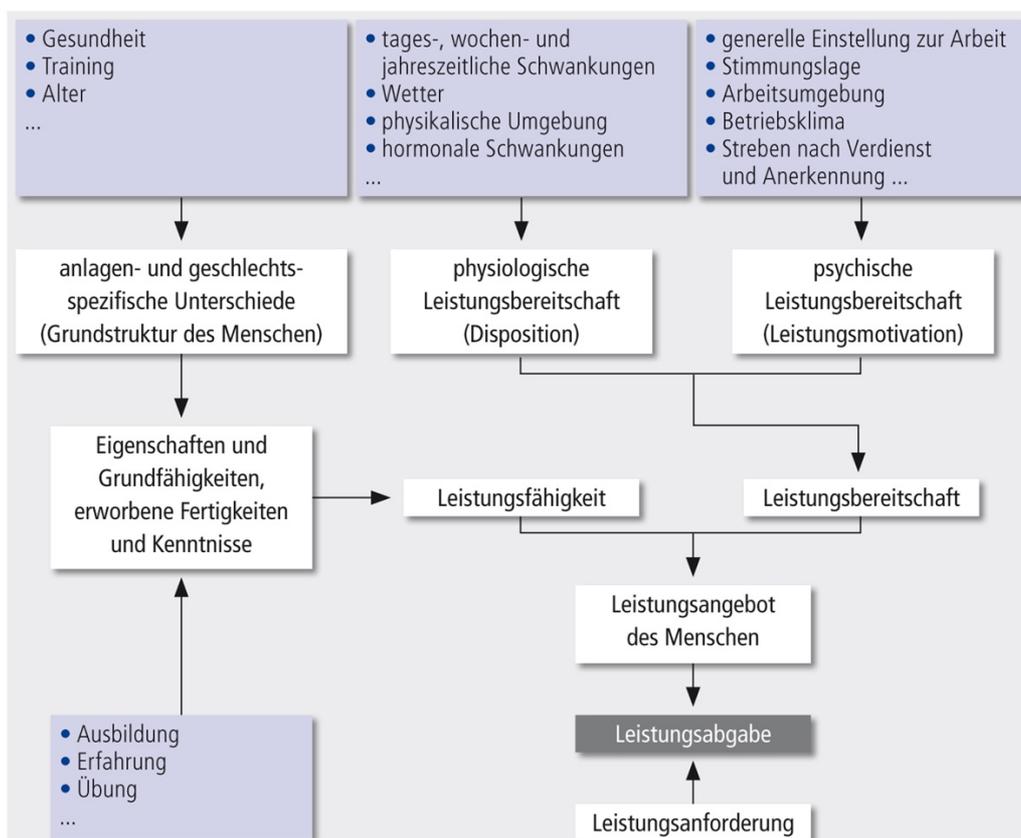


Abbildung 16: Zusammensetzung des Leistungsangebots<sup>107</sup>

In Abbildung 16 ist zu erkennen, dass die Leistungsfähigkeit sich aus den Eigenschaften des einzelnen Menschen zusammensetzt. Das sind zum einen Teil

<sup>105</sup> vgl. Bokranz & Landau, 2012a, S. 233; Bullinger, 1994, S. 43

<sup>106</sup> vgl. Bokranz & Landau, 2012a, S. 233; Lechner u. a., 2013, S. 136f; Rutenfranz, 1983, S. 99

<sup>107</sup> Bokranz & Landau, 2012a, S. 234

angeborene Persönlichkeitsmerkmale wie beispielsweise Geschlecht, Alter oder Körperbau. Den zweiten Teil machen erworbene Fertigkeiten und Eigenschaften aus. Diese können etwa aus einer Aus- oder Weiterbildung oder einfach aus der im Berufsleben gesammelten Erfahrung stammen. Durch Training und Übung können gewisse Fertigkeiten und Eigenschaften verbessert werden. Die Leistungsbereitschaft ist der zweite Bestandteil des Leistungsangebotes und bestimmt die Leistungsabgabe des Menschen bei unterschiedlichen Bedingungen. Die Leistungsbereitschaft setzt sich aus einem physiologischen und einem psychischen Teil zusammen. Der physiologische Teil ist die Summe der biologischen Körperaktivität, die wiederum durch ihre Abhängigkeit von der physikalischen Umgebung oder auch durch Schwankungen, die mit der Tages-, Wochen- oder Jahreszeit einhergehen, gekennzeichnet ist. Die psychologische Leistungsbereitschaft wird auch Leistungsmotivation genannt. Diese Motivation hängt von der Einstellung zur Arbeit, den vorhandenen Arbeitsbedingungen und individuellen und sozialen Bedürfnissen des arbeitenden Menschen ab. Da die Leistungs- und Arbeitsmotivation nicht von Geburt an gegeben ist, wird sie durch die Arbeitsorganisation gebildet oder aber blockiert. Die Arbeitsmotivation ist das Resultat der Arbeitsumstände.<sup>108</sup>

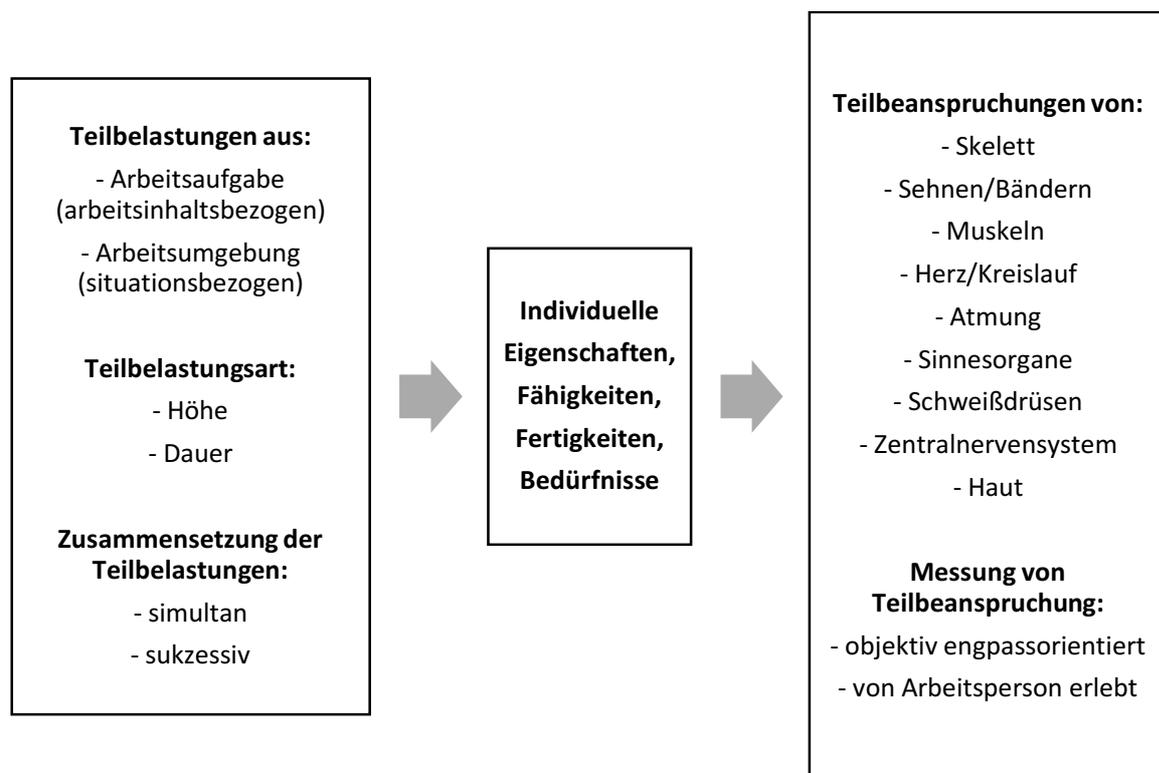
### **2.2.3 Belastungs- und Beanspruchungskonzept**

Das Belastungs-Beanspruchungskonzept von Rohmert ist ein theoretischer Ansatz, um einen Zusammenhang zwischen belastenden Ursachen des arbeitenden Menschen aus seiner Arbeitsaufgabe und seiner Arbeitsumgebung sowie den hierbei entstehenden Wirkungen im Menschen zu bilden. Die Ursachen sind dabei die Belastungen und die Wirkungen entsprechen den Beanspruchungen. Vergleichbar mit der technischen Mechanik gibt es von außen auftretende Belastungen (z.B. Summe aller Kräfte, die auf einen Balken wirken), die, abhängig von individuellen Eigenschaften und Fähigkeiten (des Balkens), zu inneren Beanspruchungen (Spannungen im Balken) führen. Dabei spricht man immer in der Mehrzahl von Belastungen und Beanspruchungen. Das kommt bei der Belastung daher, dass jede Einwirkung aus der Arbeitsaufgabe und der Arbeitsumgebung zu beachten ist und somit zu einer Gesamtbelastung zusammengefasst wird. Dabei können diese Teilbelastungen meist nicht einfach zusammenaddiert werden, weil sie unterschiedliche Dimensionen aufweisen. Auch ist eine Zusammenfassung zu einer Gesamtbelastung sicher nicht im Sinne der Arbeitswissenschaft, welche die einzelnen Ursachen aufzeigen will, um eine optimale Arbeitsgestaltung zu ermöglichen. Jede dieser Teilbelastungen wird mit ihrer Höhe (Belastungshöhe) und ihrer Dauer (Belastungsdauer) angegeben. Wenn sich belastende Arbeitsbedingungen in Maßeinheiten messen lassen, ist die Rede von Belastungsgrößen. Hingegen spricht

---

<sup>108</sup> vgl. Bokranz & Landau, 2012a, S. 233; Bullinger, 1994, S. 45; Lechner u. a., 2013, S. 136f; Rutenfranz, 1983, S. 99ff; Schmidtke, 1993b, S. 111ff

man von Belastungsfaktoren, wenn die belastenden Arbeitsbedingungen nur qualitativ beschrieben werden können.<sup>109</sup>



**Abbildung 17: Phänomenorientiertes Belastungs-Beanspruchungs-Konzept<sup>110</sup>**

In Abbildung 17 wird dargelegt, dass die Beanspruchungen nicht einfach nur die Folge von Belastungen sind, sondern vielmehr von individuellen Eigenschaften und Fähigkeiten des arbeitenden Menschen abhängen. Dabei gibt es sowohl interindividuelle (Unterschiede zwischen verschiedenen Personen) als auch intraindividuelle Unterschiede (zeitabhängige Differenzen bei einer Person). Die Folge ist, dass eine von der Person abhängige Beanspruchung subjektiv ist und umgekehrt die einwirkende Belastung als objektiv bezeichnet werden kann. Es kann dieselbe Belastung unterschiedliche Beanspruchungen zur Folge haben. Die Ermittlung der Teilbeanspruchungen kann auf deduktive oder induktive Art erfolgen. Wenn die Belastung einer Arbeitsperson in einem bestimmten Arbeitssystem genau analysiert werden kann und auch die Eigenschaften und Fähigkeiten dieser Arbeitsperson genau bestimmt werden können, kann eine deduktive modellorientierte Ermittlung der Beanspruchung durchgeführt werden. Dabei kommt die Beanspruchung dem Maß der verwendeten Eigenschaften und Fähigkeiten gleich. Diese Analysemethode stößt jedoch an ihre Grenzen, wenn Teilbelastungsarten nicht mehr differenzierbar sind. Hier hilft dann ein induktives Vorgehen um die Teilbelastung zu identifizieren und ihre Höhe und Dauer zu quantifizieren. Bei dieser Methode werden passende physiologische

<sup>109</sup> vgl. Luczak & Rohmert, 1997, S. 326f; Martin, 1994, S. 36f; Rohmert, 1983a, S. 9; Schlick u. a., 2010, S. 38ff; Schmidtke & Bubb, 1993, S. 116f

<sup>110</sup> Modifiziert aus Luczak & Rohmert, 1997, S. 327; Rohmert, 1983a, S. 10; 1983b, S. 49ff

Messgrößen beim Menschen selbst identifiziert und in weiterer Folge wird der Grad der Inanspruchnahme registriert. Hierbei ist die Wahl der geeigneten Belastungsgrößen enorm wichtig. Es werden engpassorientiert die passenden Größen ausgewählt. Beispielsweise sind bei einer körperlichen Arbeit Größen wie Skelett, Muskeln, Sehnen, Herz/Kreislauf oder auch Atmung relevant. Bei einer nichtkörperlichen Arbeit hingegen wird es zu Engpässen im Zentralnervensystem kommen. Wie bei den Teilbelastungen ist es auch bei den Teilbeanspruchungen nicht möglich diese einfach zu einer Gesamtbeanspruchung zusammenzufassen. Dabei ist es für die Arbeitsgestaltung auch von Vorteil die einzelnen Engpässe differenziert zu betrachten, um diese auch gezielt zu verbessern.<sup>111</sup>

Dieser beschriebene Ursache-Wirkungs-Zusammenhang gilt nur, solange bei der Analyse in einem Arbeitssystem kein Handlungsspielraum auftritt. Daher wird dieses Konzept dadurch erweitert, dass es an menschlichen Arbeitsplätzen prinzipiell die Möglichkeit mehrerer Handlungsalternativen gibt. Es sind dann nicht mehr nur die äußeren Bedingungen (aus Abbildung 17 die Teilbelastungen aus den Arbeitsaufgaben und der Arbeitsumgebung), sondern auch innere Bedingungen vorhanden, die auf die Beanspruchung einwirken. Es wird nun berücksichtigt, dass die objektive Belastung von der Arbeitsperson individuell verarbeitet werden kann und somit ein weiterer Freiheitsgrad entsteht. Da durch diese inneren Bedingungen unterschiedliche Alternativen des Handelns gegeben sind, können die unterschiedlichen Handlungen und Beanspruchungen nicht mehr einfach einer Ursache oder Wirkung zugeordnet werden. Eine Beanspruchung kann Folge oder Ursache einer Handlung sein. Die Erweiterung des Belastungs-Beanspruchungs-Konzeptes durch die Berücksichtigung von Handlungsspielräumen bedient sich auch weiter an den beiden Hauptaspekten, die bereits bei der deduktiven und induktiven Analyse gezeigt wurden. Zum einen die deduktiv modellorientierte Beanspruchungsermittlung, die sich nach dem Grad der Ausschöpfung bestimmter Eigenschaften und Fähigkeiten richtet, und zum anderen die phänomenorientierte induktive Beanspruchungsermittlung, die den Grad der Inanspruchnahme der physiologischen Messgrößen bei Belastung untersucht.<sup>112</sup>

Mit der Erweiterung des Belastungs-Beanspruchungs-Konzeptes wird die vorher simple kausale Beziehung zwischen Belastung und Beanspruchung dadurch ergänzt, dass der arbeitende Mensch selber entscheiden kann, ob und wie er dieser Belastung entsprechen will. Da diese Handlungsmöglichkeiten sich wiederum inter- und intraindividuell unterscheiden, bedarf es einer umfassenden Analyse, die sich aus den folgenden sechs Teilanalysen zusammensetzt:<sup>113</sup>

---

<sup>111</sup> vgl. Luczak & Rohmert, 1997, S. 326f; Rohmert, 1983a, S. 9ff; Schlick u. a., 2010, S. 38ff

<sup>112</sup> vgl. Luczak & Rohmert, 1997, S. 327ff; Rohmert, 1983a, S. 13; Schlick u. a., 2010, S. 41f

<sup>113</sup> vgl. Rohmert, 1983a, S. 13f

- Anforderungsanalyse (Inhalts- und Situationsanalyse der Schwierigkeit von Teilbelastungen)
- Arbeitsablaufanalyse (Dauer und Zusammensetzung der Teilbelastungen)
- Belastungsanalyse (arbeitsinhalts- und situationsbezogene zusammengesetzte Teilbelastungen)
- Handlungs-/Leistungsanalyse (Berücksichtigung unterschiedlicher Belastungsverarbeitung durch Handlungs- und Leistungsvariationen aufgrund verschiedener Motive)
- Beanspruchungsanalyse (berücksichtigt die individuell verschiedenen menschlichen Eigenschaften und Fähigkeiten in Form von Kennwerten und Kennlinien)
- Schädigungsanalyse (Bewertung von Beanspruchungen anhand von sogenannten Dauerleistungsgrenzen und weiterer arbeitsmedizinischer Schädigungsgrenzen)

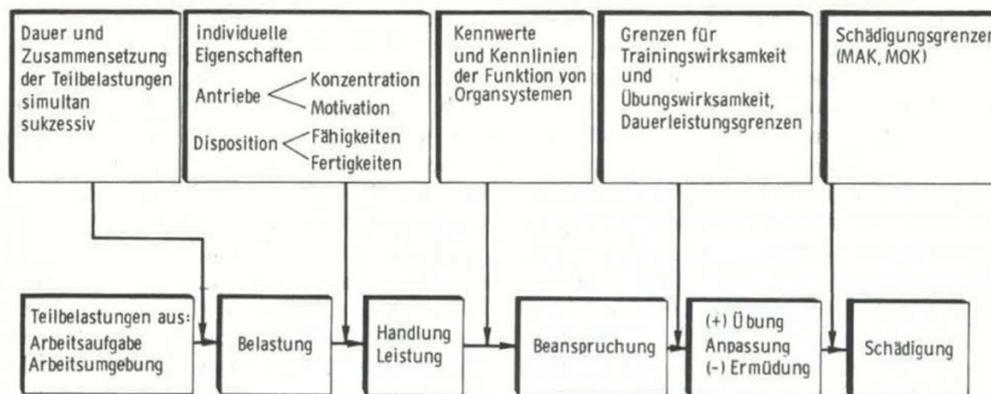


Abbildung 18: Erweitertes Belastungs-Beanspruchungs-Konzept<sup>114</sup>

In Abbildung 18 sind die einzelnen Teilanalyseschritte und ihr Zusammenhang noch einmal einfach anhand eines Schemas dargestellt. Der Ausgangspunkt für das erweiterte Belastungs-Beanspruchungs-Konzept sind die Anforderungen, die durch eine Ermittlung der Teilbelastungen aus der Arbeitsaufgabe und der Arbeitsumgebung festgestellt werden. Wenn neben der Höhe und Dauer auch der simultane und sukzessive Aufbau der Teilbelastungen berücksichtigt wird, ergibt sich aus den Arbeitsablaufanalysen die Belastung. Die Belastung umfasst dann alle objektiv vom Arbeitssystem auf den arbeitenden Menschen wirkenden Einflüsse. In weiterer Folge wird diese Belastung durch eine individuelle Verhaltensweise entweder aktiv verarbeitet oder passiv erduldet. Bei einer aktiven Verarbeitung werden Handlungen im Sinne der Leistungsabgabe des Arbeitssystems gesetzt. Bei einer passiven Erduldung hingegen kommt es zu einem Reaktionsverhalten, dass eine willkürliche oder unwillkürliche Handlung (auch „Nichts-tun“) zur Folge hat. Dieses Reaktionsverhalten hat meist zum Ziel, die Belastung für den Menschen zu verringern.

<sup>114</sup> Rohmert, 1983a, S. 14

Die individuellen Eigenschaften und Fähigkeiten der Arbeitsperson beeinflussen den Zusammenhang von Belastung und Handlung enorm. Bedeutend sind vor allem leistungsbestimmende individuelle Eigenschaften der arbeitenden Person, wie Motivation oder Konzentration. Es haben aber auch die Fähigkeiten und Fertigkeiten der Arbeitsperson mit ihren Ausführbarkeitsgrenzen eine Bedeutung. Die je nach Verhalten wirksam gewordene Belastung führt nun zu einer individuell unterschiedlichen Beanspruchung. Durch Kennwerte und Kennlinien der Funktion entsprechender Organsysteme wird die Stärke der Reaktion einzelner Beanspruchungsmerkmale auf die Belastung (bzw. Handlungen und Leistungen) bestimmt. Mit der Zeit können sich diese Merkmale trotz einer konstanten Belastung verändern. Solche Veränderungen sind Anpassungsvorgänge von Organsystemen. Im idealen Fall führen sie zu einer Beanspruchungsminderung/Handlungs- bzw. Leistungsverbesserung, beispielsweise durch Übung und Training. Eine Beanspruchungssteigerung/Handlungs- und Leistungsverschlechterung wäre der negative Fall und kann auftreten, wenn sogenannte Dauerleistungsgrenzen überschritten werden. Ein Beispiel dafür wäre Ermüdung. Aufgrund dieser Anpassungsvorgänge entstehen Rückkopplungsvorgänge von der Beanspruchungslage auf die individuellen Eigenschaften und Fähigkeiten der arbeitenden Person. Diese sind in Abbildung 18 nicht eingezeichnet. Wenn diese Anpassungsvorgänge über die Schädigungsgrenzen hinausdriften, führt dies zu einem Teil- oder Totalausfall des beanspruchten Organsystems (z.B. Lärmschwerhörigkeit).<sup>115</sup>

Zusammenfassend ermöglicht das erweiterte Belastung-Beanspruchungs-Konzept die komplizierte Gesamtanalyse von Arbeitssystemen auf eine einfachere Form zu bringen. Durch eine Zerlegung der Gesamtanalyse in einzelne Teilanalysen und zugeteilte messmethodische und beurteilungsmethodische Ansätze ist eine Bewertung des Arbeitssystems leichter zu handhaben.<sup>116</sup>

#### **2.2.4 Analyse, Bewertung und Ordnung von Arbeitssystemen**

Die Kerndefinition der Arbeitswissenschaft nach Luczak und Volpert beschreibt die systematische Analyse, Ordnung und Gestaltung der technischen, organisatorischen und sozialen Bedingungen von Arbeitsprozessen als deren wesentliche Aufgaben. Ziel der Arbeitswissenschaft ist es in produktiven und effizienten Arbeitsprozessen für den arbeitenden Menschen schädigungslose, erträgliche und ausführbare Arbeitsbedingungen zu schaffen. Ebenfalls sollen sozial angemessene Standards hinsichtlich Arbeitsinhalt, -aufgabe und -umgebung sowie Entlohnung gewährleistet sein und der arbeitende Mensch soll seine Handlungsspielräume entfalten,

---

<sup>115</sup> vgl. Rohmert, 1983a, S. 14f

<sup>116</sup> vgl. Rohmert, 1983a, S. 16

Fähigkeiten erwerben und in Zusammenarbeit mit anderen seine Persönlichkeit entwickeln können.<sup>117</sup>

Die Arbeitswissenschaft analysiert bestehende Arbeitsbedingungen, versucht dann die gewonnenen Erkenntnisse geeignet zu ordnen, um in weiterer Folge eine geeignete Gestaltung abzuleiten.<sup>118</sup> Dabei ist in der Arbeitswissenschaft immer die Rede von Arbeitssystemen, die untersucht und gestaltet werden. Der Begriff Arbeitssystem kann sehr weitläufig gesehen werden. Er kann nur einen Teil eines Arbeitsplatzes umfassen oder aber auch einen ganzen Betrieb. Die Abgrenzung bilden dabei die Systemgrenzen. Meist wird aber von einem Arbeitsplatz gesprochen. Ein Arbeitssystem besteht allgemein gesehen aus den folgenden Komponenten: Eingabe, Ausgabe, Arbeitsauftrag, Arbeitsaufgabe, Arbeitsperson, Arbeitsmittel, Arbeitsobjekte und Umwelteinflüssen. Der Zusammenhang dieser Elemente ist in Abbildung 19 dargestellt.<sup>119</sup>

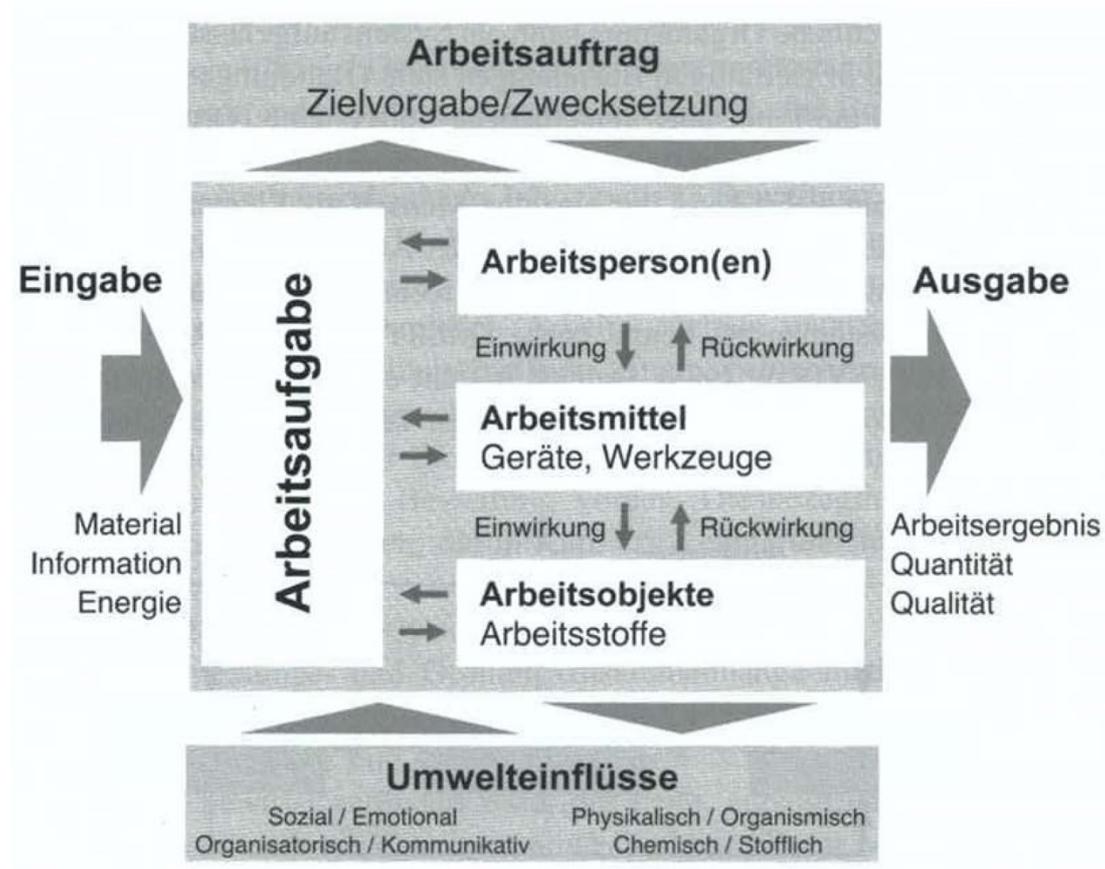


Abbildung 19: Arbeitssystem<sup>120</sup>

<sup>117</sup> vgl. Landau, 2007, S. 210; Luczak & Gesellschaft für Arbeitswissenschaft, 1989, S. 59; Luczak & Volpert, 1997, S. 12; Schlick u. a., 2010, S. 32

<sup>118</sup> vgl. Luczak, 1997, S. 12

<sup>119</sup> vgl. Bokranz & Landau, 2012a, S. 18ff; Kirchner, 1983, S. 399f; 1997, S. 606; 2007, S. 193f; Luczak & Volpert, 1997, S. 13; Martin, 1994, S. 32; Schlick u. a., 2010, S. 35

<sup>120</sup> Schlick u. a., 2010, S. 36

Die Untersuchung solcher Arbeitssysteme und ihrer einzelnen Elemente ist aber nur eine Möglichkeit der systematischen Analyse von Arbeitsprozessen. Auch das bereits beschriebene Belastungs-Beanspruchungs-Konzept ist ebenso ein Analysewerkzeug wie die Unterteilung in verschiedene Arbeitsformen und Arbeitstypen sowie auch die Eigenschaften von Arbeitspersonen, die Einfluss auf die menschliche Leistung nehmen. Ebenfalls gehört auch noch die Handlungsregulationstheorie, die sich damit beschäftigt, dass das Handeln von Menschen nicht einfach nur von einer eindimensionalen und eindirektionalen Ursache-Wirkungs-Beziehung abhängt, zu den Analysetools. Auf diese und noch weitere generelle Methoden und Techniken zur empirischen Analyse wird hier aber nicht weiter eingegangen.<sup>121</sup>

Nach der Analyse eines Arbeitssystems erfolgt das Bewerten und Ordnen der Ergebnisse. Dass die Arbeit menschengerecht ist, Arbeit steht bei den Bewertungskriterien an oberster Stelle, auch noch vor weiteren Kriterien wie z.B. ökonomischen oder technischen. Es wird bewertet, ob die Arbeit den physischen, psychischen und sozialen Anforderungen des arbeitenden Menschen gerecht wird. Zur Beurteilung der Belastung gibt es, aufbauend auf das Ebenenschema von Kirchner<sup>122</sup> und Rohmert<sup>123</sup> sowie dessen Weiterentwicklung von Hacker<sup>124</sup>, ein Ebenenschema von Luczak und Volpert<sup>125</sup> mit fünf allgemeinen Bewertungsebenen bzw. Bewertungskriterien der Arbeit. Diese fünf Ebenen sind aufsteigend in folgender Reihenfolge:

1. Schädigungslosigkeit und Erträglichkeit
2. Ausführbarkeit
3. Zumutbarkeit und Beeinträchtigungsfreiheit
4. Zufriedenheit und Persönlichkeitsentfaltung
5. Sozialverträglichkeit

Die ersten vier Ebenen waren auch bereits in den früheren Modellen enthalten und wurden dann um den fünften Punkt der Sozialverträglichkeit erweitert. Zwischen den Ebenen besteht ein Ordnungszusammenhang der einzelnen Kriterien. Ein Kriterium einer niedrigeren Ebene muss erfüllt sein, um in die nächste Ebene vorgreifen zu können.<sup>126</sup> Dieses Bewertungskonzept gibt mittels Zielvorstellungen einen Rahmen vor. Um aber konkrete Arbeitsbedingungen bewerten zu können, bedarf es zusätzlicher Bewertungs- und Beurteilungsprinzipien. Dies sind z.B.: Sollwerte, die erreicht werden sollen; Grenzwerte, die nicht überschritten werden dürfen; oder Extremwerte, die Maximierungs- oder Minimierungsforderungen nachkommen.

---

<sup>121</sup> vgl. Luczak & Volpert, 1997, S. 13–15; Schlick u. a., 2010, S. 34–62

<sup>122</sup> vgl. Kirchner, 1972

<sup>123</sup> vgl. Rohmert, 1983a, S. 16ff; 1983b, S. 63ff

<sup>124</sup> vgl. Hacker, 2005, S. 800f

<sup>125</sup> vgl. Luczak & Gesellschaft für Arbeitswissenschaft, 1989, S. 58

<sup>126</sup> vgl. Luczak & Volpert, 1997, S. 15ff; Martin, 1994, S. 23ff; Schlick u. a., 2010, S. 33ff

Daneben gibt es auch einfache binäre Entscheidungen, die mit einem einfachen „Ja“ oder „Nein“ zu beantworten sind. Oft wird in der Praxis der Arbeitswissenschaft auch das Ampelschema nach DIN EN 614<sup>127</sup> angewendet, welches das Risiko auf Erkrankungen oder Verletzungen der arbeitenden Person einstuft. Weiters gibt es auch Zielvorstellungen die miteinander im Konflikt stehen und nicht einfach vereint werden können. Hierfür werden komplexe Bewertungsprinzipien, wie beispielsweise eine statistische Nutzwertanalyse, angewandt.<sup>128</sup>

Auf Basis dieser gewonnenen, bewerteten und geordneten Erkenntnisse folgt dann eine systematische Gestaltung der Arbeitssysteme.<sup>129</sup>

### **2.2.5 Ergonomische und produktivitätsorientierte Arbeitssystemgestaltung**

Die Optimierung des gesamten Arbeitssystems ist das Ziel der Arbeitssystemgestaltung. Es wird unter Berücksichtigung der genannten Humankriterien ein möglichst ideales Verhältnis zwischen Input (Material, Rohstoffe, Energie, Information) und Output (Produkt, Zwischenprodukt oder Dienstleistung) angestrebt. Die Zielsetzung und die Bewertungskriterien ergeben sich dabei meist nicht aus dem Arbeitsprozess, sondern aus anderweitigen Motiven wirtschaftlicher, politisch-rechtlicher, ökologischer, gesellschaftlicher oder ethischer Natur. Beispielsweise führt das Streben nach optimalem Kapitaleinsatz und Gewinnerzielung zu wirtschaftlichen Motiven. Aus der Fürsorgepflicht des Arbeitgebers lassen sich politisch-rechtliche Motive ableiten. Die ökologischen Motive gehen meist auf die nachhaltige und recycelbare Gestaltung eines Systems zurück. Ethische Motive wurden bereits bei den bewertenden Humankriterien erwähnt (z.B. Schädigungslosigkeit). Bei der Arbeitsgestaltung ist zu beachten, dass den Fähigkeiten und Fertigkeiten der arbeitenden Menschen Grenzen gesetzt sind. Dies gilt sowohl für körperliche Belastungen, wie z.B. aufbringbare Maximalbelastungen, als auch für mentale Belastungen, wie etwa die Geschwindigkeit, mit der Informationen verarbeitet werden können. Ebenfalls sind auch den aushaltbaren Belastungen durch Umwelteinflüsse Grenzen gesetzt. Zu diesen biologischen Umständen kommen auch noch soziale Aspekte, die zeitlich weitaus stärker variieren.<sup>130</sup>

Wie bereits beschrieben, haben die individuellen Eigenschaften des arbeitenden Menschen enormen Einfluss auf das gesamte Arbeitssystem. Bei der Gestaltung von Arbeitssystemen und Arbeitsplätzen zählt die Beachtung interindividueller Unterschiede zu den Grundsätzen der Arbeitswissenschaft, weil es aufgrund der

---

<sup>127</sup> vgl. DIN EN 614-1, 2009, S. 22f

<sup>128</sup> vgl. Schlick u. a., 2010, S. 68f

<sup>129</sup> vgl. Luczak & Volpert, 1997, S. 18; Schlick u. a., 2010, S. 34

<sup>130</sup> vgl. Schlick u. a., 2010, S. 69f; Verband für Arbeitsgestaltung & Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation, 1991a, S. 10

unterschiedlichen Eigenschaften, Fähigkeiten und Fertigkeiten der verschiedenen Arbeitspersonen, keine optimalen Arbeitsprozesse für alle Personen geben kann. Deshalb fordert Ulich drei zentrale Prinzipien der Arbeitsgestaltung:<sup>131</sup>

1. Das Prinzip der flexiblen Arbeitsgestaltung befasst sich nur mit den interindividuellen Unterschieden in einer vorgegebenen Struktur. Dabei werden Arbeitssysteme so ausgelegt, dass auf der Basis von bestimmten Arbeitsmethoden verschiedene Arbeitsweisen möglich sind.
2. Bei dem Prinzip der differentiellen Arbeitsgestaltung werden, zusätzlich zu den interindividuellen Unterschieden, unterschiedliche Arbeitsstrukturen postuliert. Die Arbeitsperson kann dann selber die Arbeitsstruktur auswählen, wodurch sie sich persönlich mit der Arbeitstätigkeit auseinandersetzt. Dies unterstützt den Prozess der Persönlichkeitsentwicklung.
3. Durch das Prinzip der dynamischen Arbeitsgestaltung fließen zusätzlich auch noch intraindividuelle Unterschiede der Arbeitspersonen ein. Dabei soll es die Möglichkeit auf Ausbau bestehender und Generierung neuer Arbeitsinhalte geben.

Aufgrund des Zeitpunktes, an dem die arbeitswissenschaftlichen Faktoren und Ergebnisse in die Gestaltung von Arbeitssystemen einfließen, können zwei Strategien unterschieden werden:

1. Bestehende Arbeitsstrukturen und –prozesse werden nachträglich humangerecht gestaltet.
2. Schon bei der Entstehung neuer Arbeitsstrukturen und –prozesse fließen arbeitswissenschaftliche Kriterien, Erkenntnisse und Ziele ein.

Die erste Strategie befasst sich mit der nachträglichen Anpassung eines bereits bestehenden Arbeitssystems und läuft auch oft im Rahmen von Humanisierungsmaßnahmen. Man spricht hierbei von korrekativer Arbeitsgestaltung. Im Gegenzug spricht man bei der zweiten Strategie von einer konzeptiven Arbeitsgestaltung, wenn die Humanisierung der Arbeitssysteme von Anfang an ausgeführt wird.<sup>132</sup>

In Tabelle 3 sind die drei Strategien mit ihren Zielen nach Ulich dargestellt. Bei der präventiven Arbeitsgestaltung geht es darum, dass durch Einsatz der arbeitswissenschaftlichen Erkenntnisse bereits von Grund auf gesundheitliche Schädigungen und Beeinträchtigungen vermieden werden. Bei der prospektiven Arbeitsgestaltung handelt es sich um die Erweiterung der beiden grundsätzlichen Fälle, von korrekativer und konzeptiver Gestaltungsstrategien, um Kriterien der Persönlichkeitsentwicklung. Es werden hierbei bewusst Handlungs- und

---

<sup>131</sup> vgl. Martin, 1994, S. 325; Schlick u. a., 2010, S. 70f; Ulich, 2005, S. 285f

<sup>132</sup> vgl. Martin, 1994, S. 326f; Schlick u. a., 2010, S. 72

Gestaltungsspielräume, die von den Arbeitspersonen auf unterschiedliche Weise genutzt werden, geschaffen.<sup>133</sup>

Strategien	Ziele
Korrektive Arbeitsgestaltung	Korrektur erkannter Mängel
Präventive Arbeitsgestaltung	Vorwegnehmende Vermeidung gesundheitlicher Schädigung und Beeinträchtigung
Prospektive Arbeitsgestaltung	Schaffung von Möglichkeiten der Persönlichkeitsentwicklung

**Tabelle 3: Strategien und Ziele der Arbeitsgestaltung**<sup>134</sup>

Die ergonomische Arbeitsgestaltung führt unter Rücksichtnahme auf die beschriebenen Kriterien und Aspekte zu einem ganzheitlichen Gestaltungsansatz. Das Ziel der menschenzentrierten Gestaltung lässt sich dabei am leichtesten erreichen, wenn von Anfang an ergonomische Erkenntnisse in die Gestaltung einfließen, was einer prospektiven Arbeitsgestaltung entspricht. Die ergonomische Gestaltung befasst sich dabei mit der Gestaltung von Arbeitssystemen, Arbeitsplätzen, Arbeitsmitteln, Produkten und Prozessen, die nach den Kriterien der physiologischen Leistungen, psychologischen Kriterien und Abmessungen des arbeitenden Menschen gerichtet sind. Beruhend auf den Fähigkeiten und Fertigkeiten des Menschen berücksichtigt die ergonomische Gestaltung auf ihrem Weg zu wissenschaftlich fundierten Gestaltungsergebnissen, neben diesen aufgezählten Aspekten, noch weitere Themengebiete, wie beispielsweise Auswirkungen aus der Arbeitsumgebung oder auch das Thema Gruppenarbeit. Die ergonomische Gestaltung teilt sich in 3 Gestaltungsprinzipien: energetisches, informatorisches und anthropometrisches Prinzip. Diese drei Prinzipien beschäftigen sich mit der Gestaltung der Schnittstelle zwischen dem arbeitenden Menschen und technischen Hilfsmitteln.<sup>135</sup> Diese Mensch-Maschine-Schnittstelle ist durch die Interaktion zwischen Mensch und Technik charakterisiert und nimmt mit ihren Eigenschaften eine große Rolle in der Arbeitssystemgestaltung ein.<sup>136</sup> Dabei muss definiert werden, welche Elemente zu der Mensch-Maschine-Schnittstelle gehören und gestaltet werden können.<sup>137</sup>

Bei der Arbeitssystemgestaltung nach dem energetisch-effektorischen Prinzip steht der Schutz der Gesundheit des arbeitenden Menschen im Vordergrund. Stellt sich bei der Überprüfung heraus, dass eine Gesundheitsgefährdung zu erwägen oder gar

<sup>133</sup> vgl. Laurig, 1992, S. 197f; 1997, S. 127f; Martin, 1994, S. 326f; Rohmert, 1993, S. 496f; Schlick u. a., 2010, S. 71f; Ulich, 2005, S. 184ff

<sup>134</sup> Ulich, 2005, S. 186

<sup>135</sup> vgl. Schlick u. a., 2010, S. 949f

<sup>136</sup> vgl. Bokranz & Landau, 2012a, S. 122

<sup>137</sup> vgl. Schmidtke, 1993a, S. 502

wahrscheinlich ist, sind sofort technisch-physiologische Maßnahmen durchzuführen, die sich positiv auf die Arbeitssystemgestaltung auswirken. Wenn keine Gesundheitsgefährdung zu erwarten ist, gibt es dennoch zahlreiche Möglichkeiten, das Arbeitssystem effizienter und simpler zu gestalten. Hierfür kann bei gleichbleibendem Arbeitsergebnis die energetische Belastung reduziert werden, indem die zu erbringende physikalische Arbeit verringert wird. In weiterer Folge kann dann auch noch der Wirkungsgrad des Arbeitssystems verbessert werden. Gemeint ist damit eine Reduzierung der Beanspruchung in Relation zur Belastung. Weiters können in Bezug auf die Arbeitsprozesse auch die Beanspruchungswirkungen ansatzweise optimiert werden, beispielsweise durch zweckmäßige Wahl der Arbeitsmethode, Arbeitsfolge und Pausenregelung.<sup>138</sup>

Die Elemente der Mensch-Maschine-Schnittstelle, die für den Informationsaustausch zwischen Mensch und Maschine verantwortlich sind, werden in der informativ-mental gestaltung berücksichtigt. Denn bei der Steuerung, Regelung oder Überwachung von technischen Systemen ist es die Funktion des arbeitenden Menschen den Status der Maschine aufzunehmen. Weiter soll die aufgenommene Information verarbeitet und so die zu erwartenden Ereignisse erahnt sowie gegebenenfalls geeignete Maßnahmen gesetzt werden. Dabei ist es ein essentieller Anspruch an die ergonomische Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle, dass die technischen Systeme an die Fähigkeiten und Fertigkeiten des Menschen angepasst werden. Für die informationstechnische Gestaltung bedeutet dies eine Berücksichtigung zum einen der Eigenschaften und Anforderungen der Arbeitsaufgabe und zum anderen der physiologischen und psychologischen Grenzen des Menschen sowie seiner Eigenschaften bezüglich der Informationsverarbeitung. Bei der ergonomischen Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle soll grundsätzlich der Informationsverarbeitungsprozess des Menschen gefördert werden. Dieser Prozess des Entdeckens, Erkennens, Entscheidens und der Informationsabgabe ist bereits in Kapitel 2.2.1 beschrieben. In Abbildung 20 ist ein Überblick über die Informationsübertragungen zwischen Mensch und Maschine dargestellt. Zur Unterstützung der frühen Prozesse der Informationsverarbeitung sollen die für die Arbeitserledigung erforderlichen Informationen so dargestellt werden, dass ein schnelles und einfaches Entdecken und Erkennen gewährleistet ist. Ebenfalls sollen Anzeigen verwendet werden, die eine Weiterverarbeitung der Informationen unterstützen. Auch die Weitergabe von Information an die Maschine soll ohne unnötige mentale Belastung vonstattengehen. Dabei findet die Informationsübertragung vom Menschen zur Maschine durch Eingabegeräte statt. Die Gestaltung sowohl des Teilsystems Maschine als auch des Teilsystems Mensch und ihr Zusammenwirken

---

<sup>138</sup> vgl. Schlick u. a., 2010, S. 950; Schmidtke & Rühmann, 1993, S. 523ff; Verband für Arbeitsgestaltung & Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation, 1991a, S. 382f

haben eine enorme Wirkung auf ein flottes und zuverlässiges Mensch-Maschine-System.<sup>139</sup>

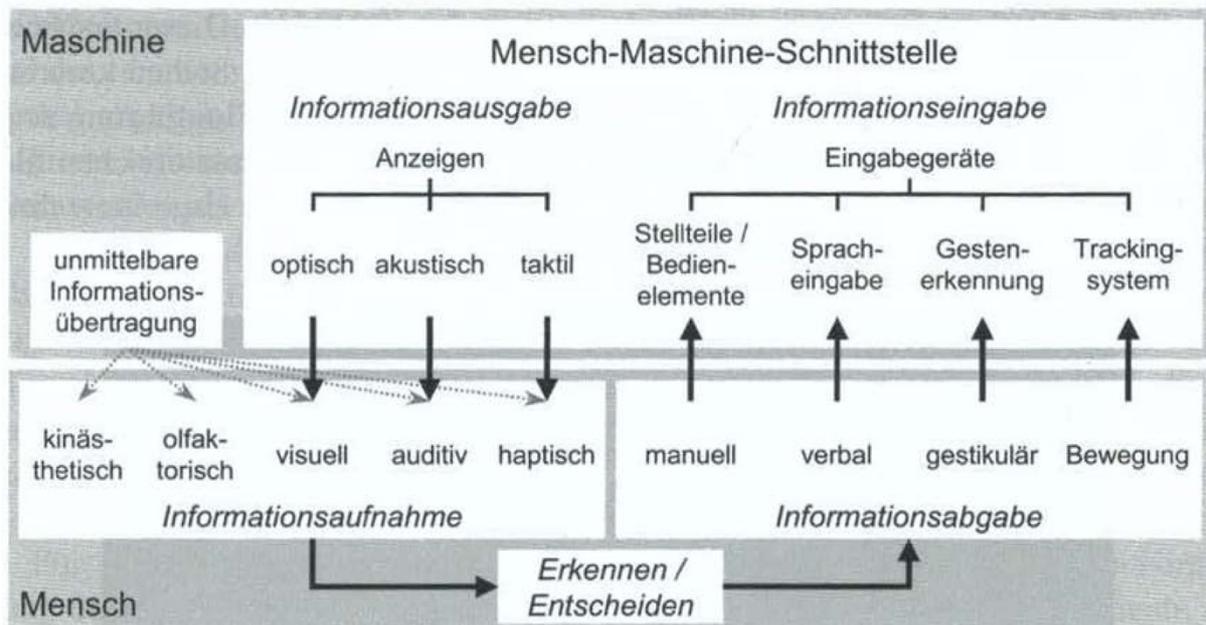


Abbildung 20: Informationsübertragung in Mensch-Maschine-Systemen<sup>140</sup>

Die Anthropometrie ist die Lehre der Körpermaße und bildet für die ergonomisch-räumliche Arbeitssystemgestaltung das wissenschaftliche Fundament. Die räumliche Gestaltung gestaltet die geometrischen Beziehungen zwischen der Arbeitsperson und den weiteren Elementen des Arbeitssystems. Sie ist verantwortlich für die Form, Gestalt, Abmessung und Anordnung der einzelnen Elemente in den Arbeitsplätzen oder Arbeitsbereichen. Dabei sind bei der räumlichen Gestaltung drei Faktoren zu berücksichtigen:

- die Arbeitsaufgabe mit ihren bedingten räumlichen Umständen,
- weitere räumliche Anforderungen, die sich aus den bereits beschriebenen energetisch-effektorischen und informatorischen Prinzipien ableiten lassen,
- und die Abmessungen des menschlichen Körpers inklusive ihrer inter- und intraindividuellen Unterschiede.

Alle Gestaltungsanforderungen, die eine Beziehung zum Arbeitsraum haben, müssen bei der räumlichen Gestaltung berücksichtigt werden. Hierfür benötigt es eine kompromissbereite Herangehensweise, die sich im Wesentlichen mit Maßen, Massenverteilungen und Kräften beschäftigt.<sup>141</sup>

Für die Körpermaße gibt es zwei Arten von Gruppen:

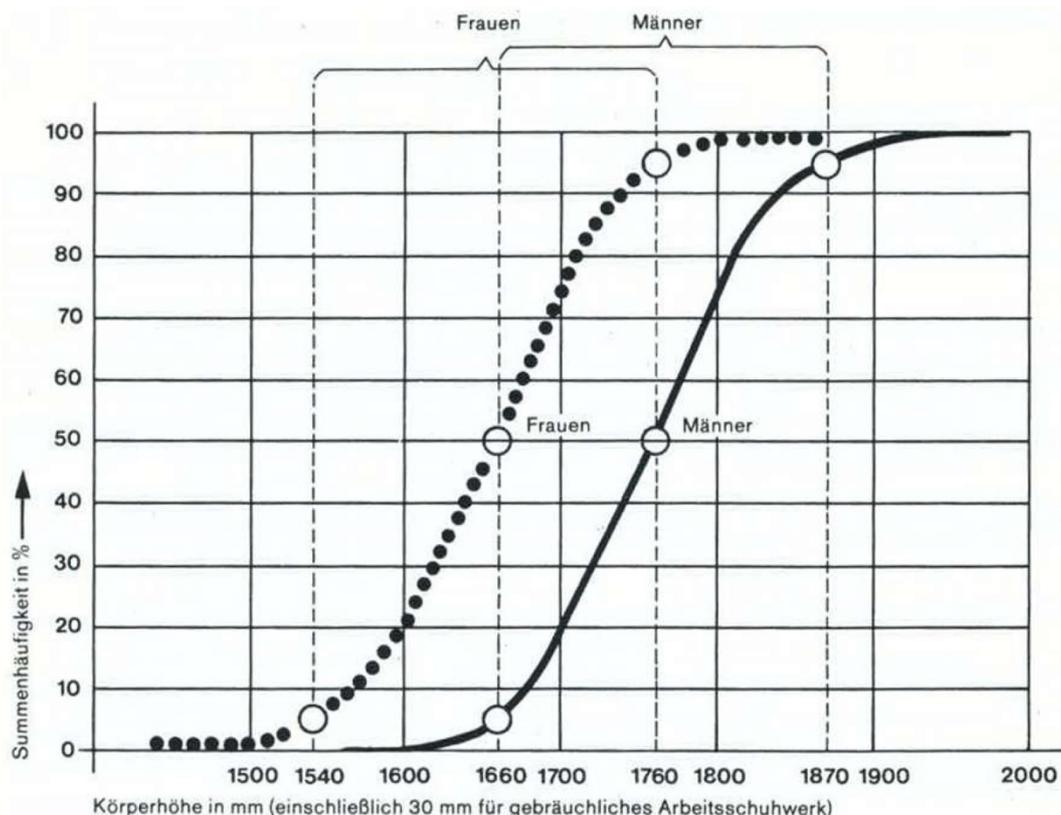
<sup>139</sup> vgl. Geiser, 1997, S. 589; Luczak, 1983, S. 324ff; Martin, 1994, S. 131f; Schlick u. a., 2010, S. 969f

<sup>140</sup> Schlick u. a., 2010, S. 971

<sup>141</sup> vgl. Hertting-Thomasius, 1997, S. 584; Martin, 1994, S. 47; Schlick u. a., 2010, S. 1028

- Räumliche Begrenzungsmaße – diese gehen aus den Skelett- und Umrisssmaßen hervor
- Funktionsmaße – dies sind beispielsweise Bewegungsbereiche, Reichweiten und Sichtmaße

Von Beginn der industriellen Fertigung an versucht man alle Gegenstände, bei denen der zukünftige Benutzer unbekannt ist, in nur einer oder so wenig wie möglichen Ausführungen zu gestalten. Trotzdem soll eine tadellose Verwendung für möglichst alle Benutzer möglich sein. Dafür müssen die Maße des menschlichen Körpers und seiner Extremitäten sowie deren Verteilung bekannt sein. Die bedeutendste anthropometrische Kenngröße ist die Körpergröße. Von ihr kann, bei gesetzmäßiger Proportionalität, auf die anderen Abmessungen geschlossen werden. Für die Arbeitssystemgestaltung ist vor allem der statistische Wert der Körpergröße von Bedeutung. Aus diesem Wert kann dann eine Wahrscheinlichkeitsverteilung für bestimmte Gruppen abgeschätzt werden. Wenn man sich die Auftretens Häufigkeit der einzelnen Maße in der Bevölkerung ansieht, kommt man in etwa auf eine Normalverteilung. Diese Verteilung wird auch oft als Verteilungsfunktion bezogen auf die Summenhäufigkeit dargestellt (siehe Abbildung 21).<sup>142</sup>



**Abbildung 21: Summenhäufigkeit der Körperhöhe (einschließlich 30 mm für gebräuchliches Schuhwerk) sowie damit verbundene Körpergrößen-Klassen für Frauen und Männer<sup>143</sup>**

<sup>142</sup> vgl. Schlick u. a., 2010, S. 1028ff

<sup>143</sup> nach Jenik, 1972; modifizierte Darstellung aus Jenner & Berger, 1986, S. 17

Oftmals stellt es sich als Problem heraus, wenn bei der Gestaltung die Maße des durchschnittlichen Menschen als Bezug hergenommen werden. Da aber auch nicht immer vom kleinsten und größten Maß ausgegangen werden kann, werden Körpergrößenklassen gebildet und Verteilungsbereiche auserkoren. Wie in Abbildung 21 ersichtlich, liegen die Grenzen der Verteilungsbereiche für gewöhnlich bei 5% und 95%. Diese Grenzen werden auch 5. Perzentil bzw. 95. Perzentil genannt. Damit liegen 90% der Bevölkerung innerhalb dieser Abgrenzungen, wobei Frauen und Männer meist getrennt betrachtet werden. Es wird dann das 5. Perzentil der Frau und das 95. Perzentil des Mannes verwendet. Dadurch werden dann rund 95% der Bevölkerung in Betracht gezogen. Bei sicherheitsrelevanten Maßen werden das 1. und 99. Perzentil bevorzugt, da ansonsten die Sicherheitsvorkehrungen für 5% der Bevölkerung nicht wirksam wären.<sup>144</sup>

Mit den zweiten wichtigen Körpermaßen, den Funktionsmaßen, werden die Funktionsräume bestimmt. Dabei muss bei der Raumauslegung auf Funktionsräume zurückgegriffen werden, da die Bewegungszusammensetzung komplex ist und die wirksamen Längen der Extremitäten abhängig von der Gelenkstellung sind. Sicht-, Greif- und Bewegungsräume stellen dabei die bedeutsamsten Funktionsräume dar. Durch die Randbedingungen einer bestimmten Aufgabe und anatomische Verhältnisse werden die Funktionsräume meist festgelegt. Es ergibt sich beispielsweise die maximale Reichweite zum einen aus der räumlichen Gestaltung des Arbeitssystems und zum anderen aus den erforderlichen Arm- bzw. Körperhaltungen sowie den individuellen Körpermaßen. In Abbildung 22 ist exemplarisch ein Greifraum mit seinen unterschiedlichen Zonen veranschaulicht und auch die einzelnen Bereiche sind kurz beschrieben.<sup>145</sup>

Die größte Schwierigkeit bei der anthropometrischen Arbeitssystemgestaltung ist die geeignete Wahl von Grenzwerten. Es macht einen Unterschied ob ich die Höhe einer Tür am 95. Perzentil oder am 5. Perzentil ausrichte. Verhängnisvoll wäre es auch diese nach dem Mittelwert zu gestalten, weil dann etwa 50% der Bevölkerung nicht aufrecht hindurchgehen könnten. Deshalb unterscheidet man bei der anthropometrischen Gestaltung immer zwischen zwei Maßen. Zum einen gibt es sogenannte Innenmaße. Diese richten sich nach der größten Person. Ein Beispiel dafür wäre die Beinfreiheit zwischen Tisch und Sessel, damit auch die größte Person beeinträchtigungsfrei an diesem Arbeitsplatz sitzen kann. Dem gegenüber werden Außenmaße nach den kleinsten Personen gestaltet, damit beispielsweise auch die kleinste Person Bücher aus einem Regal entnehmen oder ein Werkzeug erreichen kann. In einem kompletten Arbeitssystem können nie alle Forderungen zur Gänze erfüllt werden, deshalb müssen Kompromisslösungen gefunden werden. Dabei spielen aber auch verstellbare

---

<sup>144</sup> vgl. Bokranz & Landau, 2012b, S. 166; Hertting-Thomasius, 1997, S. 585; Lange & Windel, 2006, S. 9; Martin, 1994, S. 52f; 66f; Schlick u. a., 2010, S. 1031f

<sup>145</sup> vgl. Bokranz & Landau, 2012b, S. 181; Schlick u. a., 2010, S. 1037f

Arbeitsplatzelemente eine große Rolle, um die unterschiedlichen Körpermaße ausgleichen zu können. Dazu gehören verstellbare Tische und Stühle, Fußpodeste aber auch Stützflächen des Körpers wie eine Kopf- oder Armlehne. Ebenfalls können auch Kontaktteile wie Tretflächen und Handgriffe anpassbar sein. Durch diese und noch weitere verstellbare Elemente, die eine geeignete Auswirkung haben, ermöglichen das Schaffen eines Arbeitsplatzes nach Maß und somit auch anthropometrisch günstige Arbeitsbedingungen für Menschen unterschiedlicher Körpermaße. Allerdings nur wenn der Arbeitsplatz auch individuell eingestellt wird.<sup>146</sup>

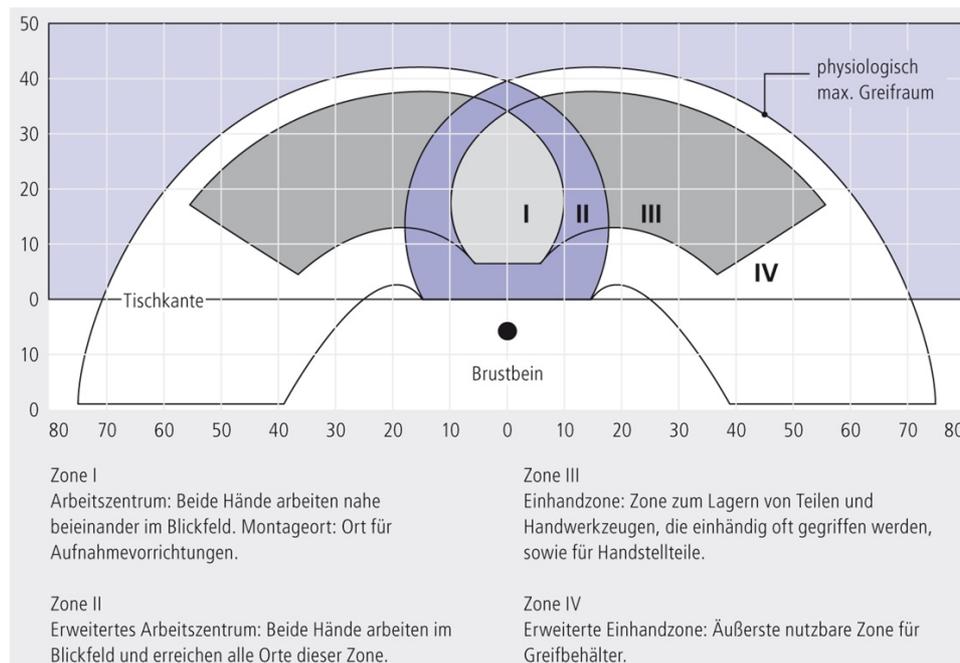


Abbildung 22: Horizontaler Schnitt durch den Greifraum inklusiver seiner einzelnen Bereiche<sup>147</sup>

## 2.2.6 Methoden und Werkzeuge ergonomischer Arbeitssystemgestaltung

In diesem Unterkapitel werden verschiedene Methoden zur Belastungsbewertung von Arbeitssystemen erläutert. Beschrieben werden das MTM-Verfahren, das Ergonomic Assessment Worksheet (EAWS) mit der Weiterentwicklung zum Automotive Assembly Worksheet Plus (AAWS+) sowie die Leitmerkmalmethode (LMM) inklusive aller Unterteilungen. Es wird auch festgelegt und begründet, welche dieser Methoden in weiterer Folge für den praktischen Teil dieser Arbeit verwendet wird.

### MTM-Verfahren

MTM steht für Methods-Time Measurement und bedeutet so viel wie Methodenzeitmessung. Das MTM-Verfahren ist ein Instrument zur Beschreibung,

<sup>146</sup> vgl. Bokranz & Landau, 2012b, S. 174f; Schlick u. a., 2010, S. 1043f; 1047

<sup>147</sup> Bokranz & Landau, 2012b, S. 181; nach Verein Deutscher Ingenieure, 1980

Strukturierung, Gestaltung und Planung von Arbeitssystemen mit der Hilfe von vorbestimmten Prozessbausteinen.<sup>148</sup> Eine Kernaussage des MTM-Verfahrens ist:

„Die Methode bestimmt die Zeit!“<sup>149</sup>

In den 1940er Jahren befand sich die USA im zweiten Weltkrieg, was die Industrie auf den Prüfstein stellte. Die Produktivität musste gesteigert werden. Daher entwickelten Herold Bright Maynard, John Lenhard Schwab und Gustave James Stegemerten das Fundament für das MTM-Verfahren. Dafür filmten sie in den ganzen USA Menschen unterschiedlicher Branchen bei ihrer Arbeit und definierten so acht elementare Hand- und Fingerbewegungen und zwei Blickfunktionen. Weiter definierten sie auch noch neun Körper-, Bein- und Fußbewegungen. Diesen definierten Grundbewegungen wurden Normzeitwerte eines durchschnittlich geübten Arbeiters zugeordnet und somit eine menschliche Normleistung definiert. Dabei wird die MTM-Bezugsleistung als MTM-Normleistung bezeichnet und ist bestimmt als eine Leistung, die ein durchschnittlich geübter Mensch ohne zunehmende Arbeitsermüdung auf Dauer erbringen kann, definiert. Bei diesem ersten entwickelten Verfahren ist die Rede vom MTM-1 Grundverfahren.<sup>150</sup> Im Laufe der Zeit wurden dann noch weitere Prozessbausteinsysteme entwickelt, die für verschiedene Prozesstypen, von Einzel- über Serien- bis zur Mengenfertigung, angewendet werden können. In Abbildung 23 sind die wichtigsten Prozessbausteinsysteme und ihre Anwendungsbereiche abgebildet (MEK = MTM für die Einzel- und Kleinserienfertigung; UAS = Universelles Analysesystem; SD-BW = Standard-Daten Basiswerte).<sup>151</sup>

---

<sup>148</sup> vgl. Sihm, Sunk, Nemeth, Kuhlant, & Matyas, 2016, S. 382ff

<sup>149</sup> [http://www.mtm-vereinigung.at/geschichte/set\\_allg\\_geschichte.htm](http://www.mtm-vereinigung.at/geschichte/set_allg_geschichte.htm) (Gelesen Am: 26.07.2016)

<sup>150</sup> vgl. Bokranz & Landau, 2012a, S. 94ff; <https://www.dmtm.com/mtm/historie/> (Gelesen am: 26.07.2016)

<sup>151</sup> vgl. Bokranz & Landau, 2012a, S. 99ff

		Standardvorgänge (Aufbaustufen) der MTM-Bausteinsysteme		
		MEK	UAS	SD-BW, MTM-2
Ablaufkomplexität	6. Arbeitsvorgang			
	5. Vorgangsfolge			
	4. Vorgangsschritt			
	3. Grundvorgang	MEK	UAS	
	2. Bewegungsfolge	SD-BW, MTM-2		
	1. Grundbewegung	MTM-1		
Prozesstypologie		Prozesstyp 3 »Einzelfertigung«	Prozesstyp 2 »Serienfertigung«	Prozesstyp 1 »Mengenfertigung«
Merkmale	1. Zyklisch	keine zyklischen Wiederholungen	begrenzt längerzyklische Wiederholungen	permanent kurzzyklische Wiederholungen
	2. Ablauf	Gesamtablauf (Rahmenbedingungen des Prozesses)	Teilablauf (Rahmenbedingungen des Prozesses)	Bewegungsablauf (Grundbewegungen)
	3. Arbeitsplatz	für nahezu beliebige Produktvarianten und Prozesse	für ein definiertes Produktspektrum	für eine definierte Produktvariante
	4. Versorgung	Holprinzip	Holprinzip mit Bereitstellung	Bringprinzip
	5. Arbeitsweise	hohe Streuung	mittlere Streuung	geringe Streuung

Abbildung 23: Die wichtigsten Prozessbausteine des MTM-Verfahrens im Kontext von Prozesstypologie und Ablaufkomplexität<sup>152</sup>

Mit dem MTM-Verfahren können durch standardisierte Prozessbausteine Arbeitssysteme gestaltet werden. Jeder Prozessbaustein hat einen definierten Arbeitsinhalt und einen zugeordneten Zeitwert. Jedes Prozessbausteinsystem wiederum besteht aus einer bestimmten Anzahl an Prozessbausteinen und wird auf Datenkarten (Abbildung 24) übersichtlich dargestellt. Wie in Abbildung 23 zu erkennen ist, hat jedes Bausteinsystem seinen eigenen Anwendungsbereich, was es ermöglicht einzelne Grundbewegungen zu größeren Vorgängen zusammenzufassen und so bei sinkender Genauigkeit wesentlich schneller analysieren zu können. Neben den klar definierten Einsatzfeldern der einzelnen Prozessbausteinsysteme wird das MTM-Verfahren noch von weiteren Aspekten charakterisiert: Zum einen kann mit MTM die Gestaltung und Planung von Arbeitssystemen und Methoden bereits vor einer realen Umsetzung gemacht werden. Zum anderen ist MTM ein international gültiger Leistungsstandard für menschliche Arbeit.<sup>153</sup>

<sup>152</sup> Bokranz & Landau, 2012a, S. 101

<sup>153</sup> vgl. Sihm u. a., 2016, S. 383ff

**Drehen – T (Turn)**

Kode	Kraftaufwand/Gewicht (daN/kg)	Normzeitwerte in TMU für Drehwinkel										
		30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°	180°
T-S	klein: ≤1	2,8	3,5	4,1	4,8	5,4	6,1	6,8	7,4	8,1	8,7	9,4
T-M	mittel: >1 bis ≤5	4,4	5,5	6,5	7,5	8,5	9,6	10,6	11,6	12,7	13,7	14,8
T-L	groß: >5 bis ≤16	8,4	10,5	12,3	14,4	16,2	18,3	20,4	22,2	24,3	26,1	28,2

**Körper-, Bein- und Fußbewegungen**

Kode	TMU	Bewegungslänge	Beschreibung der Bewegungen
FM	8,5	bis 10 cm	Fußbewegung Drehachse: Knöchel
FMP	19,1		Fußbewegung mit starkem Druck
LM	7,1 0,5	bis 15 cm jeder weitere cm	Beinbewegung Drehachse: Knie- oder Hüftgelenk in beliebige Richtung
SS-C1	17,0 0,2	< 30 cm jeder weitere cm	Seitenschritt: seitliche Verschiebung der Körperachse Hinlangen oder Bringen analysieren Fall I: Der Seitenschritt ist beendet, wenn das bewegte Bein wieder auf dem Boden steht.
SS-C2	34,1 0,4	30 cm jeder weitere cm	Fall II: Das nachgezogene Bein muss den Boden wieder berühren, bevor die folgende Bewegung ausgeführt werden kann.
TBC1	18,6		Körperrückführung nach links oder rechts um 45° bis 90° Fall I: Die Körperrückführung ist beendet, wenn das bewegte Bein wieder auf dem Boden steht.
TBC2	37,2		Fall II: Das nachgezogene Bein muss den Boden wieder berühren, bevor die folgende Bewegung ausgeführt werden kann.
B, S, KOK AB, AS, AKOK	29,0 31,9		Beugen, Bücken oder Knien auf ein Knie Aufrichten vom Beugen, Bücken, Knien auf ein Knie
KBK AKBK	69,4 76,7		Knien auf beide Knie Aufrichten vom Knien auf beiden Knien
SIT STD	34,7 43,4		Setzen Aufstehen
W - P W - PO	15,0 17,0	pro Schritt pro Schritt	Gehen Gehen behindert und/oder mit Last > 23 kg

Original MTM-Karte 101 A von 1955 – Urheberrechte bei der U. S. MTM Association for Standards and Research  
Die Angaben in Kursivschrift stellen Zusätze zu dieser Karte dar.  
Urheberrechtlich geschützt – Nachdruck verboten – Copyright © 1955 ... © 2008  
Eingetragen in die Urheberrolle des Deutschen Patentamtes unter Nr. 59

MTM-Institut  
Eichenallee 11, 15738 Zeuthen  
Telefon: +49 33762 2066-31  
Telefax: +49 33762 2066-40  
institut@dmmt.com

**MTM-1  
Datenkarte**

Ohne gründliche Ausbildung können der Gebrauch dieser MTM-Normzeitwertkarte  
und jede andere Anwendung von MTM zu falschen Resultaten führen

	Zeiteinheiten			
	TMU	Sekunden	Minuten	Stunden
Die Normzeitwerte dieser Karte entsprechen einer Leistung von 100 % nach LMS	1	0,036	0,0006	0,00001
	27,8	1		
	1 666,7		1	
	100 000			1

**Gleichzeitige Bewegungen**

	Trennen D		Fügen P		Greifen G		Bringen M			Hinlangen R											
	1E	1D	1NS	2SS	1SS	1S	4	1B	1C	2A	2S	C	B	A	Bm	C	D	B	A	E	
Hinlangen R	A, E																				
Bringen M	A, Bm																				
Greifen G	1A, 2, 5																				
Fügen P	1S																				
Trennen D	1E, 1D																				

Möglichkeiten der gleichzeitigen Ausführung:  
 leicht W: innerhalb des normalen Blickfeldes  
 mit Übung O: außerhalb des normalen Blickfeldes  
 schwierig, Bewegungen nacheinander analysieren E: einfach zu handhaben  
 D: schwierig zu handhaben

Grundbewegungen, die in dieser Tabelle nicht enthalten sind:  
T: Drehen: normalerweise leicht mit allen Grundbewegungen außer wenn das Drehen kontrolliert ist oder mit einem Trennen vollkommt  
AP: Drücken: jeden Fall untersuchen  
P3: Fügen: immer schwierig  
D3: Trennen: normalerweise schwierig  
RL: Loslassen: immer leicht  
D: Trennen: jede Passungsklasse kann schwierig sein, wenn Übung bzw. Vorsicht erforderlich ist wegen Verletzungs-/ Beschädigungsgefahr

**Blickfunktionen**

Kode	TMU	Beschreibung
ET	15,2 × T/D max. 20,0	Blickverschieben (Eye Travel) T = Abstand zwischen den Blickpunkten D = Abstand der Augen von der Verbindungslinie der Blickpunkte
EF	7,3	Prüfen (Eye Focus)

Abbildung 24: Beispiel einer Datenkarte (Vorderseite der MTM-1 Datenkarte)<sup>154</sup>

Das MTM-Verfahren wird für die Zeitermittlung, Planung und Gestaltung von Arbeitssystemen und allen dazugehörigen Elementen, Arbeitsunterweisungen und auch zur Bestimmung von Produktivitätsgrößen angewendet. Die ergonomische Bewertung mithilfe von MTM-Prozessbausteinsystemen wird durch gegenwärtige Entwicklungen möglich. Beim MTM-HWD (Human Work Design) gibt es die Möglichkeit einer gesamten Modellierung der Prozessbausteine und der Ergonomie-Bewertung durch Piktogramme. EAWS wiederum ermöglicht die Bewertung einer MTM-Analyse.<sup>155</sup>

### EAWS (Ergonomic Assessment Worksheet)

Das Ergonomic Assessment Worksheet wurde durch eine Zusammenarbeit des Instituts für Arbeitswissenschaft der TU Darmstadt (IAD) und des Internationalen MTM-Direktorat (IMD) entwickelt.<sup>156</sup> Anfänglich wurde das Verfahren in Unternehmen der europäischen Automobilindustrie, Automobilzulieferindustrie, des Maschinenbaus sowie der Elektroindustrie getestet und wurde deshalb anfänglich auch European Assembly Worksheet genannt. Das EAWS berücksichtigt alle ergonomischen EU-

<sup>154</sup> Bokranz & Landau, 2012a, S. 411

<sup>155</sup> vgl. Sihm u. a., 2016, S. 385

<sup>156</sup> vgl. Bokranz & Landau, 2012a, S. 212, (zit. nach: Schaub u. a., 2009)

Richtlinien und richtet sich in der Arbeitsweise nach dem Vorläufer AAWS (Automotive Assembly Worksheet). Es vergibt für ungünstige ergonomische Situationen Belastungspunkte. Dabei steigen die Punkte mit der Höhe und Dauer der Belastung an.<sup>157</sup> Beim EAWS werden vier Belastungsgrößen berücksichtigt:

1. Körperhaltungen und –bewegungen mit geringen äußeren Lasten,
2. statische und dynamische Aktionskräfte und zusätzliche Belastungen,
3. die Handhabung von Lasten und
4. kurzzyklische wiederholende Belastungen der oberen Extremitäten

Dabei werden die Belastungspunkte der ersten drei Kategorien zu einer Gesamtbewertung zusammengefasst. Anschließend wird diese Gesamtbelastung ebenso wie die vierte Teilbelastung nach dem Ampelprinzip in Anlehnung an EN 614-1<sup>158</sup> einem Risikobereich zugewiesen (Abbildung 25). Die Werte der einzelnen Risikobereiche decken sich dabei mit denen der BAuA Leitmerkmalmethode (siehe weiter unten).<sup>159</sup>

Gesamtergebnis der Analyse											
<input type="checkbox"/> grün	gesamter Körper	=	Haltung	+	Kräfte	+	Lasten	+	Extra	+	obere Extremitäten
<input type="checkbox"/> gelb		=		+		+		+		+	
<input type="checkbox"/> rot		=		+		+		+		+	
EAWS Bewertung	0–25 Punkte	grün	niedriges Risiko: empfehlenswert, Maßnahmen nicht erforderlich								
	> 25–50 Punkte	gelb	mögliches Risiko: nicht empfehlenswert, Maßnahmen zur erneuten Gestaltung/Risikobeherrschung ergreifen								
	> 50 Punkte	rot	hohes Risiko: vermeiden, Maßnahmen zur Risikovermeidung erforderlich								

Abbildung 25: Gesamtergebnis einer EAWS-Analyse mit den drei Risikobereichen<sup>160</sup>

Ziel des EAWS-Verfahrens ist es belastende Arbeitssituationen in der Planung oder im Ist-Zustand zu dokumentieren und zu bewerten, Verbesserungen zu indizieren und einen Ergonomie-Auditprozess auszulösen. Dabei kann das EAWS sowohl analog als auch durch unterstützende Software, wie EAWS digital oder MTMergonomics, durchgeführt werden.<sup>161</sup>

Die ergonomische Bewertung von Arbeitssystemen mit dem EAWS-Verfahren erfolgt auf der Grundlage von MTM-Planungsanalysen und ermöglicht so bereits eine ergonomische Bewertung während der Planung und Gestaltung der Arbeitsplätze. So können Arbeitssysteme zielgerichteter gestaltet werden und mühselige nachträgliche Umstrukturierungen eingespart werden. Das Verfahren Automotive Assembly

<sup>157</sup> vgl. Bokranz & Landau, 2012a, S. 212, (zit. nach: Schaub & Ghezal-Ahmadi, 2007)

<sup>158</sup> vgl. DIN EN 614-1, 2009, S. 22f

<sup>159</sup> vgl. Bokranz & Landau, 2012a, S. 212; Kuhlant, Finsterbusch, & Weber, 2016, S. 217ff; Lotter, Hartung, & Wiendahl, 2012, S. 428

<sup>160</sup> Bokranz & Landau, 2012a, S. 230

<sup>161</sup> vgl. Bokranz & Landau, 2012a, S. 212f

Worksheet Plus (AAWS+) ist eine aktualisierte und neu aufgeteilte Weiterentwicklung des EAWS. Zusätzlich zur Neugestaltung des Layouts wurden beim AAWS+ die Bewertungen von Ganzkörper- und Fingerkräften getrennt. Die Fingerkräfte werden in einem eigen gewerteten Teil namens Upper limbs analysiert und sind ein eigener Engpass.<sup>162</sup>

Körperstellung/Rumpf- und Armhaltung (inkl. Lasten < 3 kg und Aktionskräften von 30 bis 40 N)		Bewertung statischer Körperhaltungen und/oder hochfrequenter Bewegungen des Rumpfes/der Arme											Zeilen- summe
		Dauer Körperhaltung(en) - 60 Taktzeit											
		[%]	5	7,5	10	15	20	27	33	50	67	83	
hochfrequente Bewegungen > 4s 2 Rumpfbeugungen oder 10-mal Arme heben > 60° pro Minute	[s/min] [min/8h]	3	4,5	6	9	12	16	20	30	40	50		
		24	36	48	72	96	130	160	240	320	400		
<b>Stehen (und Gehen)</b>													
1		Stehen & Gehen im Wechsel, Stehen mit Abstützung	0	0	0	0	0,5	1	1	1,5	2		
2		Stehen, keine Abstützung (für andere Einschränkung siehe Extrapunkte)	0,7	1	1,5	2	3	4	6	8	11	13	
3		nach vorn gebeugt (20°–60°) mit geeigneter Abstützung	2	3	5	7	9,5	12	18	23	32	40	
4		stark gebeugt >60° mit geeigneter Abstützung	3,3	5	8,5	12	17	21	30	38	51	63	
5		aufrecht, Ellenbogen auf/über Schulterhöhe	3,3	5	8,5	12	17	21	30	38	51	63	
6		aufrecht, Hände über Kopfhöhe	5,3	8	14	19	26	33	47	60	80	100	
<b>Sitzen</b>													
7		aufrecht mit Rückstütze, ggf. leicht nach vorn/hinten geneigt	0	0	0	0	0	0,5	1	1,5	2		
8		aufrecht ohne Rückstütze (für Einschränkungen siehe Extrapunkte)	0	0	0,5	1	1,5	2	3	4	5,5	7	
9		nach vorn gebeugt	0,7	1	1,5	2	3	4	6	8	11	13	
10		Ellenbogen auf/über Schulterhöhe	2,7	4	7	10	13	16	23	30	40	50	
11		Hände über Kopfhöhe	4	6	10	14	20	25	35	45	60	75	
<b>Knien oder Hocken</b>													
12		aufrecht	3,3	5	7	9	12	15	21	27	36	45	
13		nach vorn gebeugt	4	6	10	14	20	25	35	45	60	75	
14		Ellenbogen auf/über Schulterhöhe	6	9	16	23	33	43	62	80	108	135	
<b>Liegen und Klettern</b>													
15		(Liegen auf Rücken, Brust oder Seite), Arme über Kopf	6	9	15	21	29	37	53	68	91	113	
16		Klettern	6,7	10	22	33	50	66					

Abbildung 26: Einstufung der Körperhaltungen und Armstellungen in 2D-Ansicht im EAWS-Verfahren<sup>163</sup>

### Leitmerkmalmethode (LMM)

Die Leitmerkmalmethode (englisch: KIM = Key indicator method) ist ein Verfahren zur Ermittlung der physischen Arbeitsbelastung beim Heben, Tragen, Ziehen und Schieben von Lasten. Die Leitmerkmalmethode wurde aus der Richtlinie 90/269/EWG

<sup>162</sup> vgl. Kugler u. a., 2010, S. 21; Kuhlant u. a., 2016, S. 219f; Lotter u. a., 2012, S. 427f

<sup>163</sup> Bokranz & Landau, 2012a, S. 214

des Europäischen Rates aus dem Jahre 1990 über die Mindestvorschriften bezüglich der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes bei der manuellen Handhabung von Lasten entwickelt. Diese Lasten führen bei der arbeitenden Person vor allem zu einer Gefährdung der Lendenwirbelsäule. Entwickler waren die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) und der Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (LASI).<sup>164</sup>

**Beurteilung von Heben, Tragen, Halten anhand von Leitmerkmalen** Version 2001  
Die Gesamtwichtung ist ggf. in Teiltätigkeiten zu gliedern. Jede Teiltätigkeit mit erheblichen körperlichen Belastungen ist getrennt zu beurteilen.

Arbeitsplatz/Teiltätigkeit: \_\_\_\_\_

**1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung** (Nur eine zutreffende Spalte ist auszuwählen!)

Hebe- oder Umsetzvorgänge (< 5 s)		Halten (> 5 s)		Tragen (> 5 m)	
Anzahl am Arbeitstag	Zeitwichtung	Gesamtdauer am Arbeitstag	Zeitwichtung	Gesamtweg am Arbeitstag	Zeitwichtung
< 10	1	< 5 min	1	< 300 m	1
10 bis < 40	2	5 bis 15 min	2	300 m bis < 1 km	2
40 bis < 200	4	15 min bis < 1 Stunde	4	1 km bis < 4 km	4
200 bis < 500	6	1 Stunde bis < 2 Stunden	6	4 bis < 8 km	6
500 bis < 1000	8	2 Stunden bis < 4 Stunden	8	8 bis < 16 km	8
≥ 1000	10	≥ 4 Stunden	10	≥ 16 km	10

Beispiele: • Setzen von Mauersteinen, • Einlegen von Werkstücken in eine Maschine, • Pakete aus einem Container entnehmen und auf ein Band legen

Beispiele: • Halten und Führen eines Gussstrahls bei der Bearbeitung an einem Schweißbock, • Halten einer Handchiselmaschine, • Führen einer Motorsäge

Beispiele: • Möbeltransport, • Tragen von Gerüstteilen vom LKW zum Aufstellort

**2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen von Last, Haltung und Ausführungsbedingungen**

Wirksame Last <sup>1)</sup> für Männer	Lastwichtung	Wirksame Last <sup>1)</sup> für Frauen	Lastwichtung
< 10 kg	1	< 5 kg	1
10 bis < 20 kg	2	5 bis < 10 kg	2
20 bis < 30 kg	4	10 bis < 15 kg	4
30 bis < 40 kg	7	15 bis < 25 kg	7
≥ 40 kg	25	≥ 25 kg	25

1) Mit der "wirksamen Last" ist die Gewichtskraft bzw. Zug-/Druckkraft gemeint, die der Beschäftigte tatsächlich bei der Lastenhandhabung ausüben muss. Sie entspricht nicht immer der Lastmasse. Beim Kippen eines Kartons wirken nur etwa 50 %, bei der Verwendung einer Schubkarre oder Sackkante nur 10 % der Lastmasse.

Charakteristische Körperhaltungen und Lastpositionen <sup>2)</sup>	Körperhaltung, Position der Last	Haltungswichtung
	• Oberkörper aufrecht, nicht verdreht • Last am Körper	1
	• geringes Vorneigen oder Verdrehen des Oberkörpers • Last am Körper oder körpfernah	2
	• tiefes Beugen oder weites Vorneigen • geringe Vorneigung mit gleichzeitigem Verdrehen des Oberkörpers • Last körfernah oder über Schulterhöhe	4
	• weites Vorneigen mit gleichzeitigem Verdrehen des Oberkörpers • Last körfernah • eingeschränkte Haltungstabilität beim Stehen • Hocken oder Kriechen	8

2) Für die Bestimmung der Haltungswichtung ist die bei der Lastenhandhabung eingenommene charakteristische Körperhaltung einzusetzen; z.B. bei unterschiedlichen Körperhaltungen mit der Last sind mittlere Werte zu bilden – keine geometrischen Extremwerte verwenden!

Ausführungsbedingungen	Ausf.-wichtung
Gute ergonomische Bedingungen, z. B. ausreichend Platz, keine Hindernisse im Arbeitsbereich, ebener rutschfester Boden, ausreichend beleuchtet, gute Griffbedingungen	0
Einschränkung der Bewegungsfreiheit und ungünstige ergonomische Bedingungen (z.B. 1.: Bewegungsraum durch zu geringe Höhe oder durch eine Arbeitsfläche unter 1,5 m <sup>2</sup> eingeschränkt oder 2.: Standsicherheit durch unebenen, weichen Boden eingeschränkt)	1
Stark eingeschränkte Bewegungsfreiheit und/oder Instabilität des Lastschwerpunktes (z.B. Patiententransfer)	2

**3. Schritt: Bewertung**  
Die für diese Tätigkeit zutreffenden Wichtungen sind in das Schema einzutragen und auszurechnen.



Anhand des errechneten Punktwertes und der folgenden Tabelle kann eine grobe Bewertung vorgenommen werden.<sup>3)</sup> Unabhängig davon gelten die Bestimmungen des Mutterschutzgesetzes.

Risikobereich	Punktwert	Beschreibung
1	< 10	Geringe Belastung, Gesundheitsgefährdung durch körperliche Überbeanspruchung ist unwahrscheinlich.
2	10 bis < 25	Erhöhte Belastung, eine körperliche Überbeanspruchung ist bei vermindert belastbaren Personen <sup>4)</sup> möglich. Für diesen Personenkreis sind Gestaltungsmaßnahmen sinnvoll.
3	25 bis < 50	Wesentlich erhöhte Belastung, körperliche Überbeanspruchung ist auch für normal belastbare Personen möglich. Gestaltungsmaßnahmen sind angezeigt. <sup>5)</sup>
4	≥ 50	Hohe Belastung, körperliche Überbeanspruchung ist wahrscheinlich. Gestaltungsmaßnahmen sind erforderlich. <sup>5)</sup>

3) Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass mit steigenden Punktwerten die Belastung des Muskel-Skelett-Systems zunimmt. Die Grenzen zwischen den Risikobereichen sind aufgrund der individuellen Arbeitstechniken und Leistungsvoraussetzungen fließend. Damit darf die Einstufung nur als Orientierungshilfe verstanden werden.  
4) Vermindert belastbare Personen sind in diesem Zusammenhang Beschäftigte, die älter als 40 oder jünger als 21 Jahre alt, "Neulinge" im Beruf oder durch Erkrankungen leistungsgemindert sind.  
5) Gestaltungsformalisse lassen sich anhand der Punktwerte der Tabellen ermitteln. Durch Gewichtsverminderung, Verbesserung der Ausführungsbedingungen oder Verringerung der Belastungszeiten können Belastungen vermindert werden.

Überprüfung des Arbeitsplatzes aus sonstigen Gründen erforderlich:

Begründung: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Datum der Beurteilung: \_\_\_\_\_ Beurteilt von: \_\_\_\_\_

Abbildung 27: Formular für die Leitmerkalmethode - Heben, Halten, Tragen<sup>165</sup>

Die Leitmerkalmethode besteht aus den folgenden drei Bewertungssystemen für unterschiedliche Lasthandhabungen: LMM-HHT (Heben, Halten, Tragen), LMM-ZS (Ziehen, Schieben) und LMM-MA (Manuelle Arbeitsprozesse). Die drei Bewertungsmethoden unterscheiden sich nicht nur in den verschiedenen Lasthandhabungen, sondern auch in ihren berücksichtigten Leitmerkmalen. In Tabelle 4 ist eine kurze Übersicht der Systeme dargestellt:

<sup>164</sup> vgl. Jürgens u. a., 2001, S. 3ff; 2002, S. 1

<sup>165</sup> Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) & Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (LASI), 2001, S. 2f

	Anwendung	Leitmerkmale
<b>LMM-HHT</b>	Transport von Lasten > 5 kg	Zeitdauer/Häufigkeit Lastgewicht Körperhaltung Ausführbedingungen
<b>LMM-ZS</b>	Bewegung von Lasten durch horizontale Aktionskräfte > 50 N über unterschiedliche Streckenlängen	Zeitdauer/Häufigkeit Zu bewegende Masse/Flurförderzug Positioniergenauigkeit/Bewegungsgeschwindigkeit Körperhaltung Ausführbedingungen
<b>LMM-MA</b>	Manuelle Tätigkeiten mit geringen Aktionskräften < 50 N / < 5 kg	Zeitdauer/Häufigkeit Art der Kraftausübung Kraftübertragung/Greifbedingungen Hand-/Armstellung und-bewegung Arbeitsorganisation Ausführbedingungen Körperhaltung

**Tabelle 4: Die drei Bewertungssysteme der Leitmerkmalmethode mit dazugehörigen Leitmerkmalen<sup>166</sup>**

Bei der Erfassung und Dokumentation der Leitmerkmale werden den einzelnen Merkmalen Punkte zugeordnet. Wenn alle Merkmale bewertet sind, wird ein Risikowert errechnet, der dann angibt in welchem Risikobereich man sich befindet. In Abbildung 28 ist ein Beurteilungsmodell abgebildet. Bei einem Risikowert unterhalb von 25 gilt die Belastung als praktisch sicher. Werte über 50 hingegen werden als stark risikobehaftet eingestuft. In dem Abschnitt zwischen 25 und 50 muss die individuelle Belastbarkeit der arbeitenden Personen berücksichtigt werden, um eine Aussage über das Risiko einer physischen Überbeanspruchung tätigen zu können. Allgemein kann man aber davon ausgehen, dass mit einem steigenden Punktwert auch die Belastung ansteigt. Wichtig für eine ordentliche Beurteilung ist eine gute Kenntnis der zu beurteilenden Tätigkeiten. Ist diese Kenntnis nicht vorhanden, darf keine Beurteilung vorgenommen werden.<sup>167</sup>

<sup>166</sup> Eigene Darstellung aus: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) & Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (LASI), 2001; 2002; Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), 2012

<sup>167</sup> vgl. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) & Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (LASI), 2001, S. 1; S. 4; 2002, S. 1; S. 4; Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), 2012, S. 2



Abbildung 28: Risikobereiche bei der Leitmerkmalmethode<sup>168</sup>

### Auswahl einer Bewertungsmethode mit Begründung

Für den praktischen Teil dieser Arbeit, die Modellentwicklung, werden die Arbeitstätigkeiten mit den drei Bewertungssystemen der Leitmerkmalmethode analysiert. Dies hat mehrere Gründe:

- Im Gegensatz zum EAWS-Verfahren ist die Leitmerkmalmethode weit schneller und mit weniger Vorkenntnissen erlernbar. Auch die Analyse an sich hat bei der Leitmerkmalmethode eine weit kürzere Dauer. Zwar ist die Leitmerkmalmethode weniger flexibel und detaillierter als das EAWS-Verfahren, für das Modell in dieser Arbeit reicht der Detaillierungsgrad der Leitmerkmalmethode aber aus.
- Der Vorteil, dass mit dem EAWS-Verfahren Arbeitssysteme bereits während der Planung analysiert und bewertet werden können, ist für den Use-Case bei EVVE insofern irrelevant, da bestehende und bekannte Arbeitstätigkeiten untersucht werden. Deshalb ist auch hier die Leitmerkmalmethode ausreichend.
- Als dritten Punkt ist noch anzuführen, dass beim EAWS-Verfahren MTM-Analysen ergonomisch bewertet werden. Hierfür müssten vor der ergonomischen Bewertung der Arbeitstätigkeiten noch eine MTM-Analyse selbiger durchgeführt werden. Um das MTM-Verfahren anwenden zu dürfen wird allerdings eine komplette MTM Ausbildung mit dem MTM-Praktiker-Diplom benötigt.<sup>169</sup> Der Verfasser dieser Arbeit hat diese Ausbildung nicht vollständig abgeschlossen und darf deshalb auch keine MTM-Analysen anfertigen.

<sup>168</sup> Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) & Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (LASI), 2001, S. 1

<sup>169</sup> [http://www.mtm-vereinigung.at/schulung/set\\_schulung.htm](http://www.mtm-vereinigung.at/schulung/set_schulung.htm) (Gelesen am 27.07.2016)

## 2.3 Menschliche Anforderungen in der Fabriklayoutplanung

In diesem Kapitel werden die Anforderungen des Menschen an das Fabriklayout erläutert und die bestehenden Werkzeuge auf ihre humanorientierte Ausrichtung untersucht.

### 2.3.1 Anforderungen des Menschen in einem Fabriklayout

Für die Arbeitsstättenplanung gibt es gesetzliche Regelungen, die die allgemeinen Grundbedingungen festlegen. In Österreich gelten hierfür das „ArbeitnehmerInnenschutzgesetz“ (ASchG)<sup>170</sup> und die „Allgemeine Arbeitnehmerschutzverordnung“ (AAV)<sup>171</sup>. Der Fabrikplaner hat zusammen mit dem Bauplaner die Aufgabe diese Vorschriften zu erfüllen.<sup>172</sup>

Bei der Arbeitsplatzgestaltung in der Fabrikplanung steht die optimale Abstimmung zwischen dem menschlichen Leistungsangebot und den Anforderungen am Arbeitsplatz im Mittelpunkt der Planung. Das betrifft die ergonomische Sicht genauso wie Anforderungen an das Arbeitssystem sowie psychologische und humane Aspekte der Arbeit. Anforderungsgerechte Arbeitsraumbedingungen führen zu einer Steigerung der Arbeitsfreude, der Leistungsbereitschaft und der Leistungsfähigkeit beim Menschen. Aufgrund der zahlreichen unterschiedlichen Einflussfaktoren ergeben sich verschiedene Planungsgebiete der Arbeitsplatzgestaltung.<sup>173</sup>

Das erste Planungsgebiet befasst sich mit den Grundanforderungen. Dies beinhaltet anthropometrische und physiologische Anforderungen, Anforderungen aus der menschengerechten Zeiteinteilung sowie Gesundheitsschutz und Unfallverhütung. Während die anthropometrischen Gegebenheiten des Menschen meist im Rahmen der Detailplanung bei der Planung und Gestaltung der Betriebsmittel einfließen, werden die weiteren ergonomischen und physiologischen Faktoren, die sich auf die Arbeitsplatzumgebung beziehen, von der Haustechnik beeinflusst.<sup>174</sup> Auch die haustechnischen Faktoren werden in mehrere Planungsgebiete unterteilt.<sup>175</sup>

- Raumklima: Durch eine geeignete Haustechnik und Bautechnik können Anforderungen wie Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Lüftung, Entstaubung und weitere Punkte der Lufthygiene erfüllt werden.

<sup>170</sup> [https://www.jusline.at/ArbeitnehmerInnenschutzgesetz\\_\(ASchG\).html](https://www.jusline.at/ArbeitnehmerInnenschutzgesetz_(ASchG).html) (Gelesen am: 29.07.2016)

<sup>171</sup> [https://www.jusline.at/Allgemeine\\_Arbeitnehmerschutzverordnung\\_\(AAV\).html](https://www.jusline.at/Allgemeine_Arbeitnehmerschutzverordnung_(AAV).html) (Gelesen am: 29.07.2016)

<sup>172</sup> vgl. Aggteleky, 1990b, S. 480

<sup>173</sup> vgl. Aggteleky, 1990b, S. 662f; Kettner u. a., 1984, S. 255

<sup>174</sup> vgl. Aggteleky, 1990b, S. 663ff; Grundig, 2000, S. 214

<sup>175</sup> vgl. Aggteleky, 1990b, S. 483f

- Licht, Beleuchtung und Farbgebung: Dies sind Anforderungen an eine optimierte Gestaltung aller Einflussfaktoren, die die Sehschärfe, Kontraststärke, Wahrnehmungsgeschwindigkeit und Farberkennung verbessern.
- Schwingungen und Vibrationen sollen durch technisch-betriebliche oder bauliche Maßnahmen vermieden werden.
- Innere Raumgestaltung: Boden, Decke und Wände sollen funktionell und behaglich gestaltet werden.
- Unfall-, Brand- und Schadenverhütung führen zu weiteren baulichen und haustechnischen Anforderungen. Ebenso fordern sie auch eine Hygiene (Pflege) und Instandhaltung (Haltbarkeit) ein.

Die Anforderungen an das Arbeitssystem bilden das zweite Planungsgebiet. Dabei liegt der Fokus auf einer optimalen Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle. Dies wird von der Detailplanung bzw. Betriebsmittelplanung ausgeführt. Ebenfalls gehören die räumliche Gestaltung, Farbgebung und Oberflächenbeschaffenheit dazu, die bereits bei den haustechnischen Planungsgebieten beschrieben sind. Das dritte Planungsgebiet ist charakterisiert durch die arbeits- und betriebspsychologischen Aspekte. Die Aufgabenstellung, Beanspruchungen intellektueller Natur, wie Wahrnehmung und Reaktionsfähigkeit, und Vermeidung von Stresssituationen sind vor allem von der technischen Gestaltung der Arbeitsaufgaben abhängig und werden auch in der Detailplanung optimiert. Ebenso werden die arbeits- und betriebspsychologischen Aspekte durch organisatorische Maßnahmen auch in der Detailplanung optimiert. Das letzte Planungsgebiet befasst sich mit humanen Aspekten der Arbeitsplatzgestaltung. Hier sollen negative Einflüsse auf das Arbeitsverhalten des Menschen verhindert oder vermindert werden. Diese lassen sich durch die architektonische Gestaltung und durch die Detailplanung optimieren.<sup>176</sup> Diese soziokulturellen Anforderungen des Menschen an das Fabriklayout und seinen Arbeitsplatz führt Sommer<sup>177</sup> auf drei grundsätzliche Gebote zurück:

- Schädigungsfreiheit
- Beeinträchtigungslosigkeit
- Persönlichkeitsentfaltung

Dazu kommen dann noch einige psychologische, soziologische, humane und kulturelle Bedürfnisse, die aus Sicht der Fabrikplanung durch die bauliche Gesamtgestaltung beeinflusst und erfüllt werden können. Oft betrifft dies Kriterien, die schwierig zu definieren und quantifizieren sind. In Abbildung 29 ist ein Strukturbild soziokultureller Anforderungen dargestellt.<sup>178</sup>

---

<sup>176</sup> vgl. Aggteleky, 1990a, S. 72f; 1990b, S. 665; Grundig, 2000, S. 214

<sup>177</sup> vgl. Sommer, 1986

<sup>178</sup> vgl. Aggteleky, 1990b, S. 493; Sommer, 1986

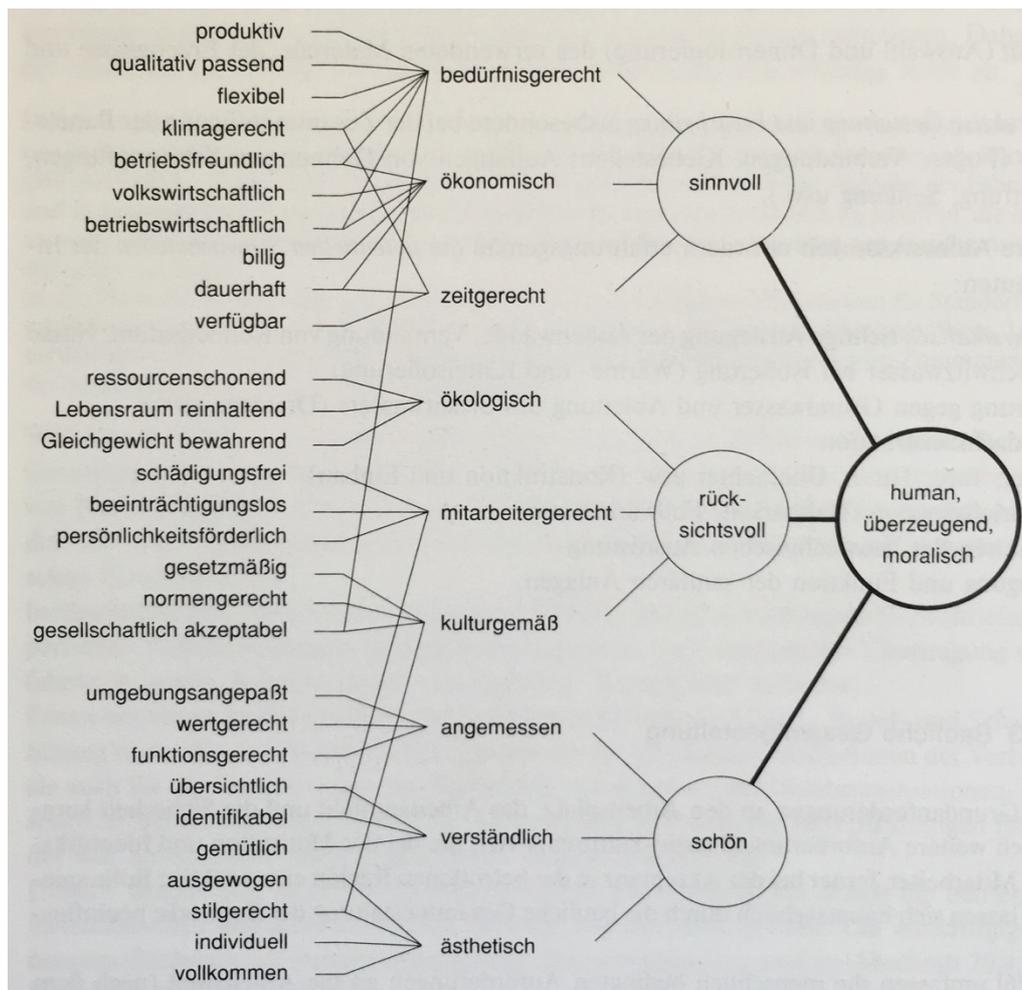


Abbildung 29: Überblick der soziokulturellen Anforderungskriterien<sup>179</sup>

### 2.3.2 Analyse bestehender Methoden und Werkzeuge zur humangerechten Layoutplanung

Die ersten ergonomischen Einflüsse auf die Fabrikplanung im gesamten gibt es bereits in der Zielsetzung bzw. im Betrachtungsfeld einer ganzheitlichen Fabrikplanung.<sup>180</sup> Die in Kapitel 2.1.4 beschriebenen Methoden und Werkzeuge der Fabriklayoutplanung beachten nur zum Teil die humangerechte Gestaltung des Layouts. Dabei befasst sich vor allem die Bewertungsmethode, wie die Nutzwertanalyse, mit einer humangerechten Gestaltung der Layoutvarianten, indem ergonomische Bewertungskriterien festgelegt und auch entsprechend gewichtet werden.<sup>181</sup>

Weiterer Einfluss der Ergonomie findet in der Feinplanung statt, da hier die Arbeitsplatzgestaltung als Teilprojekt angesiedelt ist. Hier werden Aspekte, wie z.B. Beleuchtungs- und Klimaanforderungen, Sicherung des Arbeitsschutzes oder die Einhaltung gesetzlicher Vorgaben, für ein anforderungsgerechtes und störungsfreies

<sup>179</sup> vgl. Sommer, 1986

<sup>180</sup> vgl. Aggteleky, 1990b, S. 477; Helbing u. a., 2010, S. 1227; Pawellek, 2014, S. 26f

<sup>181</sup> vgl. Aggteleky, 1990a, S. 326

Zusammenwirken von Mensch, Maschine und Material berücksichtigt. Neben der Lüftungs- und Klimatechnik sowie der Lärm- und Schwingungsdämpfung ist auch die Arbeitsplatzgestaltung hier ein eigener zu bearbeitender Abschnitt. Hierbei geht es auch um die Erfüllung gesetzlicher Vorgaben.<sup>182</sup> Auch bei Helbing tritt die Ergonomie in der Gestaltung auf und befasst sich mit der Arbeitsplatzgestaltung sowie der Layouterstellung (Abbildung 30).

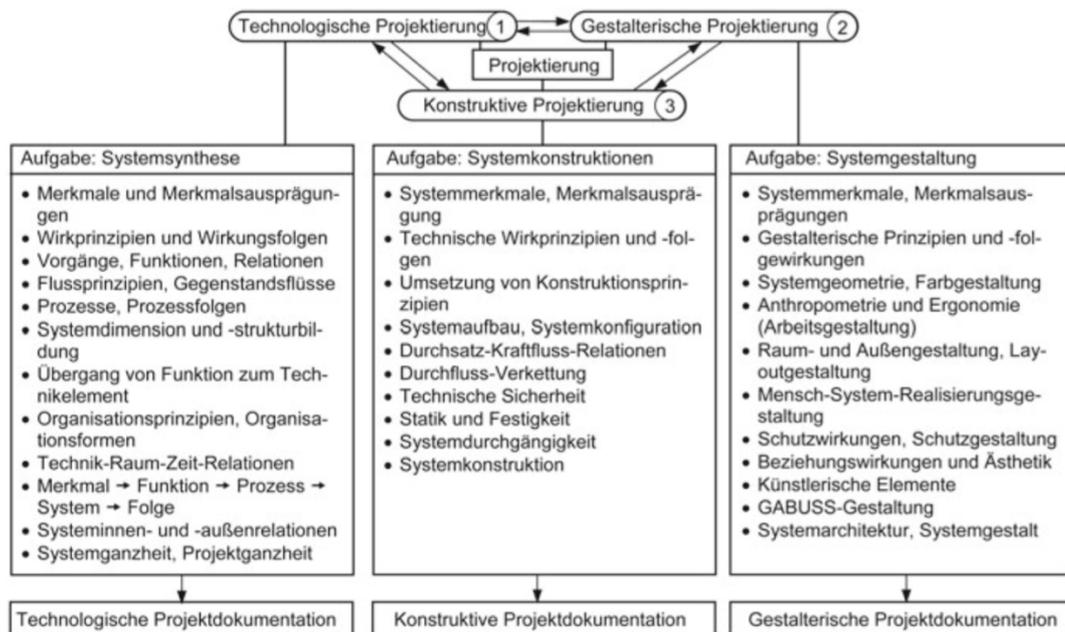


Abbildung 30: Gebiete der Fabrikprojektierung und ihre Aufgabeninhalte<sup>183</sup>

## 2.4 Zusammenfassung und Fazit

In Kapitel 2 sind mittels Literaturrecherche die theoretischen Grundlagen für diese Arbeit gelegt worden.

Das erste Unterkapitel befasst sich mit den Grundlagen der Fabrik- und Layoutplanung. Die Fabrikplanung beschäftigt sich mit der Neu-, Um- und Erweiterungsplanung von Produktionsstätten und Betrieben und ist auch ein Teil der strategischen Unternehmensplanung. Ein günstiger Produktions- und Fertigungsfluss, menschengerechte Arbeitsbedingungen, eine gute Flächen- und Raumausnutzung und eine hohe Flexibilität der Bauten sind die Hauptzielsetzungen der Fabrikplanung. Wegen der umfassenden Anforderungen und Teilaufgaben einer Fabrikplanung ist die Durchführung einer ganzheitlichen Planung von großer Bedeutung. Bei der Vielfalt an Einflussfaktoren, die teilweise auch nicht miteinander vereinbar sind, müssen auf dem Weg zu einem Optimum auch stets Kompromisse gefunden werden. In weiterer Folge ist es auch vorteilhaft dem Variantenprinzip Folge zu leisten, mehrere Varianten zu

<sup>182</sup> vgl. Grundig, 2013, S. 53; 2013, S. 208ff

<sup>183</sup> Helbing u. a., 2010, S. 94; in Anlehnung an Rockstroh, 1980

planen und diese dann miteinander zu vergleichen. Am Ende des ersten Unterkapitels sind dann noch einige Methoden und Werkzeuge der Fabrik- und Layoutplanung für die unterschiedlichen Planungsphasen beschrieben.

Das Kapitel 2.2 befasst sich mit dem Menschen in der Produktion. Die Arbeit spielt aus gesellschaftlicher und ökonomischer Sicht eine bedeutende Rolle für das Leben eines Menschen. Zum einen holt er sich ein Selbstbewusstsein als schaffender Mensch und zum anderen dient die Arbeit auch der Sicherung der materiellen Existenz. Dafür muss die Arbeit aber auch entsprechend humangerecht gestaltet werden. Die Form der Arbeit erstreckt sich von rein energetischer über Mischformen bis zu rein informatorischer Arbeit. Dabei wirken unterschiedliche Belastungen verschieden auf Körperteile und lösen Beanspruchungen aus. Diese Korrelation zwischen Belastung und Beanspruchung hängt auch stark von persönlichen Fertigkeiten, Fähigkeiten und Eigenschaften ab und ist im Belastungs- und Beanspruchungskonzept beschrieben. Das Verhältnis des Leistungsangebots des Menschen, das sich aus seiner Leistungsfähigkeit und seiner Leistungsbereitschaft zusammensetzt, und der Leistungsanforderung sollte im Einklang sein, um die arbeitende Person nicht zu über- oder unterfordern. Bei der Analyse und Bewertung von Arbeitssystemen werden in fünf Ebenen Belastungen beurteilt, um diese möglichst gering zu halten. Zur Erreichung humangerechter Arbeitsplätze wird eine prospektive Arbeitsgestaltung angewendet, die neben der ergonomischen Gestaltung auch noch die Möglichkeit zur Persönlichkeitsentfaltung für die arbeitende Person gewährt. Abschließend sind in diesem Kapitel noch drei Methoden für eine ergonomische Arbeitsplatzgestaltung beschrieben. Für den folgenden Praxisteil wird die Leitmerkmalermethode mit ihren drei Bewertungssystemen verwendet.

Das dritte Unterkapitel befasst sich mit den Anforderungen in der Fabriklayoutplanung. Neben dem ersten Planungsgebiet, das anthropometrische und physiologische Anforderungen, wie das Raumklima, die Beleuchtung und Unfallverhütung, berücksichtigt, gibt es noch drei weitere Planungsgebiete: Anforderungen an das Arbeitssystem, arbeits- und betriebspsychologische Aspekte sowie humane Aspekte der Arbeitsplatzgestaltung. Die Schädigungsfreiheit, Beeinträchtigungslosigkeit und Persönlichkeitsentfaltung sind drei grundsätzliche Gebote die es hinsichtlich der Arbeitsplatzgestaltung in der Fabriklayoutplanung zu beachten gibt. Im letzten Teil sind die vorhandenen Methoden und Werkzeuge auf ihre humangerechte Auslegung untersucht worden. Dabei kommt die Ergonomie in der Zielsetzung der gesamten Fabrikplanung sowie der Bewertung von Layoutvarianten vermehrt vor. Den größten Einfluss auf eine ergonomische Gestaltung ist aber in der Arbeitsplatzgestaltung selbst gegeben, die wiederum keine klassische Methode der Fabrikplanung ist, sondern oft separat abläuft. Auch die Anforderungen an die Arbeitsplatzumgebung treten nicht direkt in einer Methode auf, sondern fließen als Bewertungskriterien oder Restriktionen bei der Reallayoutentwicklung ein.

Zusammenfassend ist die Fabrik- und Layoutplanung zwar darauf ausgelegt am Ende humangerecht Arbeitsplätze zu generieren, aber die Arbeitsplatzgestaltung findet dabei als separates Projekt statt und ist mit der Layoutplanung nicht direkt verbunden. Es werden die Layoutvarianten zum Schluss mit ergonomischen Kriterien bewertet, aber während der Planung und Konstruktion des Layouts kann kaum nachvollziehbar Einfluss auf das ergonomische Endergebnis gemacht werden. Bei der üblichen Layoutplanung werden die Materialflüsse zwar so günstig wie möglich gestaltet, allerdings bezieht sich dieses „günstig“ nur auf ökonomische Faktoren und hat keinerlei ergonomisch bewertenden Einfluss. Genau diese Lücken sollen mit dem Modell in den nächsten Kapiteln geschlossen werden.

## 3 Entwicklung eines Modells zur humanorientierten Fabrikplanung

In diesem Kapitel wird ein Planungsmodell zur humanorientierten Fabrikplanung entwickelt. Anfänglich werden die Anforderungen an das Modell definiert und in weiterer Folge das Systemdesign und die Modellarchitektur festgelegt. Anschließend wird ein Prototyp des Modells konzipiert. Abgeschlossen wird das Kapitel mit einer Zusammenfassung und einem Fazit.

### 3.1 Anforderungsanalyse (Lastenheft/Pflichtenheft)

Der erste Schritt in einem Produktentwicklungsprozess besteht darin, die Aufgabe zu präzisieren und zu klären. Zu Beginn werden die Anforderungen erfasst und definiert. Durch ein strukturiertes Vorgehen beim Sammeln und Aufbereiten der Anforderungen entsteht eine Anforderungsliste. Diese Liste wird auch Lastenheft genannt. Ein Lastenheft beschreibt was das gewünschte Produkt erfüllen muss. Die Anforderungen an das Planungsmodell werden im diesem Lastenheft festgehalten:<sup>184</sup>

Lastenheft	
W P W	<b>Systemintegration</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bereits vorhandene Programme verwenden</li> <li>• Bestehender Grundrissplan soll als Grundlage verwendet werden</li> <li>• Übernahme bestehender Layoutpläne</li> </ul>
P P P P P W	<b>Funktionalität</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewertung von Arbeitsplätzen bzw. Arbeitsgängen und Transportwegen mithilfe der Leitmerkalmethode</li> <li>• Einfacher Übertrag des Leitmerkmalbogens in das Modell</li> <li>• Automatische Berechnung des LMM-Wertes</li> <li>• Berechnung der Länge von Transportwegen</li> <li>• Farbliche Darstellung der LMM-Werte von Arbeitsplätzen bzw. Arbeitsgängen und Transportwegen im Layout</li> <li>• Möglichkeit zur automatischen Anordnung der Maschinen im Dreiecksraster nach Schmigalla</li> </ul>
P P	<b>Usability</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Möglichst einfache Benutzeroberfläche</li> <li>• Unkomplizierte Gestaltung der Dateneingabe</li> </ul>

Tabelle 5: Lastenheft (P=Pflichtanforderung, W=Wunschanforderung)

<sup>184</sup> vgl. Kauf, 2013, S. 135ff; Nagarajah, 2013, S. 319f

Im Lastenheft aus Tabelle 5 wird die Wichtigkeit der einzelnen Anforderungen dadurch gekennzeichnet, ob sie erfüllt werden müssen (Pflichtanforderung) oder sollen (Wunschanforderung). Auf das Erstellen eines Lastenheftes erfolgt die Erarbeitung eines Pflichtenheftes. Dabei wird beschrieben, wie die einzelnen Anforderungen aus dem Lastenheft erfüllt werden sollen.

Pflichtenheft	
W	<p><b>Systemintegration</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bereits vorhandene Programme verwenden</li> </ul> <p>Für das Modell werden zwei Programme verwendet. Zum einen wird für die Berechnungen und Dateneingabe Microsoft Excel, welches bei den Office Programmen zum Standard zählt, verwendet und zum anderen wird für die Layoutdarstellung Microsoft Visio Professional 2016, das eine Vielfalt an Möglichkeiten bietet, angewendet.</p>
P	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bestehender Grundrissplan soll als Grundlage verwendet werden</li> </ul> <p>Bei Microsoft Visio Professional 2016 können verschiedenste Formate als Hintergrund eingefügt werden. Dadurch können bestehende Grundrisspläne problemlos eingefügt werden.</p>
W	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Übernahme bestehender Layoutpläne</li> </ul> <p>In Microsoft Visio Professional 2016 können neben den Visio-Dateien auch Dateien aus AutoCAD mit den Dateitypen „.dwg“ oder „.dxf“ geöffnet werden und in Visio-Dateien konvertiert werden. Bestehende Layouts dieser Dateitypen können also übernommen werden.<sup>185</sup></p>
P	<p><b>Funktionalität</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewertung von Arbeitsplätzen bzw. Arbeitsgängen und Transportwegen mithilfe der Leitmerkalmethode</li> </ul> <p>Wie bereits in Kapitel 2.2.6 erörtert, werden die Arbeitsvorgänge mithilfe der Leitmerkalmethode analysiert und bewertet.</p>
P	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einfacher Übertrag des Leitmerkmalbogens in das Modell</li> </ul> <p>In Microsoft Excel werden Vorlagen erstellt bei denen die einzelnen Belastungswichtungen ausgewählt werden können. Hierfür wird mithilfe von Kontrollkästchen, Optionsfelder und Gruppenfeldern die Möglichkeit geschaffen, mit wenigen Klicks die geeigneten Felder auszuwählen und so ein fehlerfreier Übertrag der Leitmerkmalbögen gewährleistet.</p>

<sup>185</sup> vgl. <https://support.office.com/de-de/article/Importieren-einer-AutoCAD-Zeichnung-6d2d7d51-182b-4813-a09d-4465925991fe> (Gelesen am: 23.09.2016)

<p>P</p> <p>P</p> <p>P</p> <p>W</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Automatische Berechnung des LMM-Wertes</li> </ul> <p>Durch die Auswahl eines Kontrollkästchens oder Optionsfeldes wird der dazugehörige Wert für bei der passenden Wichtung eingetragen. In weiterer Folge wird mit den einzelnen Wichtungen automatisch der LMM-Wert des Arbeitsganges berechnet.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Berechnung der Länge von Transportwegen</li> </ul> <p>Nachdem zwei Arbeitsvorgänge in MS Visio platziert wurden, können sie mit einem oder mehreren Wegabschnitten verbunden werden. Durch einen Shape-Bericht kann dann die Länge dieser Abschnitte von MS Visio nach Excel exportiert werden. Ebenso wird hier eine Gesamtlänge der einzelnen Abschnitte berechnet.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Farbliche Darstellung der LMM-Werte von Arbeitsplätzen bzw. Arbeitsgängen und Transportwegen im Layout</li> </ul> <p>Die berechneten LMM-Werte werden in einer Datenübersicht den einzelnen Arbeitsvorgängen bzw. Wegstrecken zugeordnet. In MS Visio werden die einzelnen Arbeitsvorgänge und Wegstrecken dann anhand definierter Bereiche bezüglich des LMM-Wertes unterschiedlich eingefärbt: &lt;25 grün, 25-50 gelb und &gt;50 rot.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Möglichkeit zur automatischen Anordnung der Maschinen im Dreiecksraster nach Schmigalla</li> </ul> <p>Den einzelnen Positionen im Dreiecksraster werden Nummern zugeordnet, die anschließend den einzelnen Maschinen zugeordnet werden können, um diese an der gewählten Stelle zu platzieren.</p>
<p>P</p> <p>P</p>	<p><b>Usability</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Möglichst einfache Benutzeroberfläche</li> </ul> <p>In Excel wird in einem Tabellenblatt eine Übersicht geschaffen. Für alle wesentlichen Schritte, wie z.B. einen neuen Arbeitsgang hinzuzufügen, werden Makros angewendet, um die Verwendung zum einen unkompliziert und zum anderen auch fehlerfrei zu gestalten.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unkomplizierte Gestaltung der Dateneingabe</li> </ul> <p>Die gesamte Dateneingabe wird auf dem Tabellenblatt „Übersicht“ durchgeführt. Durch die bereits erwähnten Makros werden die eingegebenen Daten dann an den richtigen Stellen hinzugefügt.</p>

Tabelle 6: Pflichtenheft (P=Pflichtanforderung, W=Wunschanforderung)

Das in Tabelle 6 aufgeführte Pflichtenheft gibt nun erste Aufschlüsse über die Ausführungen des Modells.

## **3.2 Modellarchitektur**

In Abbildung 31 ist die Systematik des Modells anhand eines UML-Diagrammes dargestellt. Dabei ist ersichtlich, dass das Modell aus zwei unterschiedlichen Oberflächen besteht, die durch drei Schnittstellen verbunden sind.

Die Datenverarbeitung erfolgt überwiegend in MS Excel. Nach Eingabe und Verarbeitung der Daten werden diese über die Schnittstellen an MS Visio weitergegeben, um dort visualisiert zu werden. Aus MS Visio werden dann wieder Daten ausgelesen und in MS Excel verarbeitet. Anschließend werden auch diese Daten wieder in MS Visio visualisiert. Nach jeder Veränderung der Daten wird diese Schleife erneut durchlaufen, damit in beiden Programmen eine aktuelle Ansicht vorliegt.

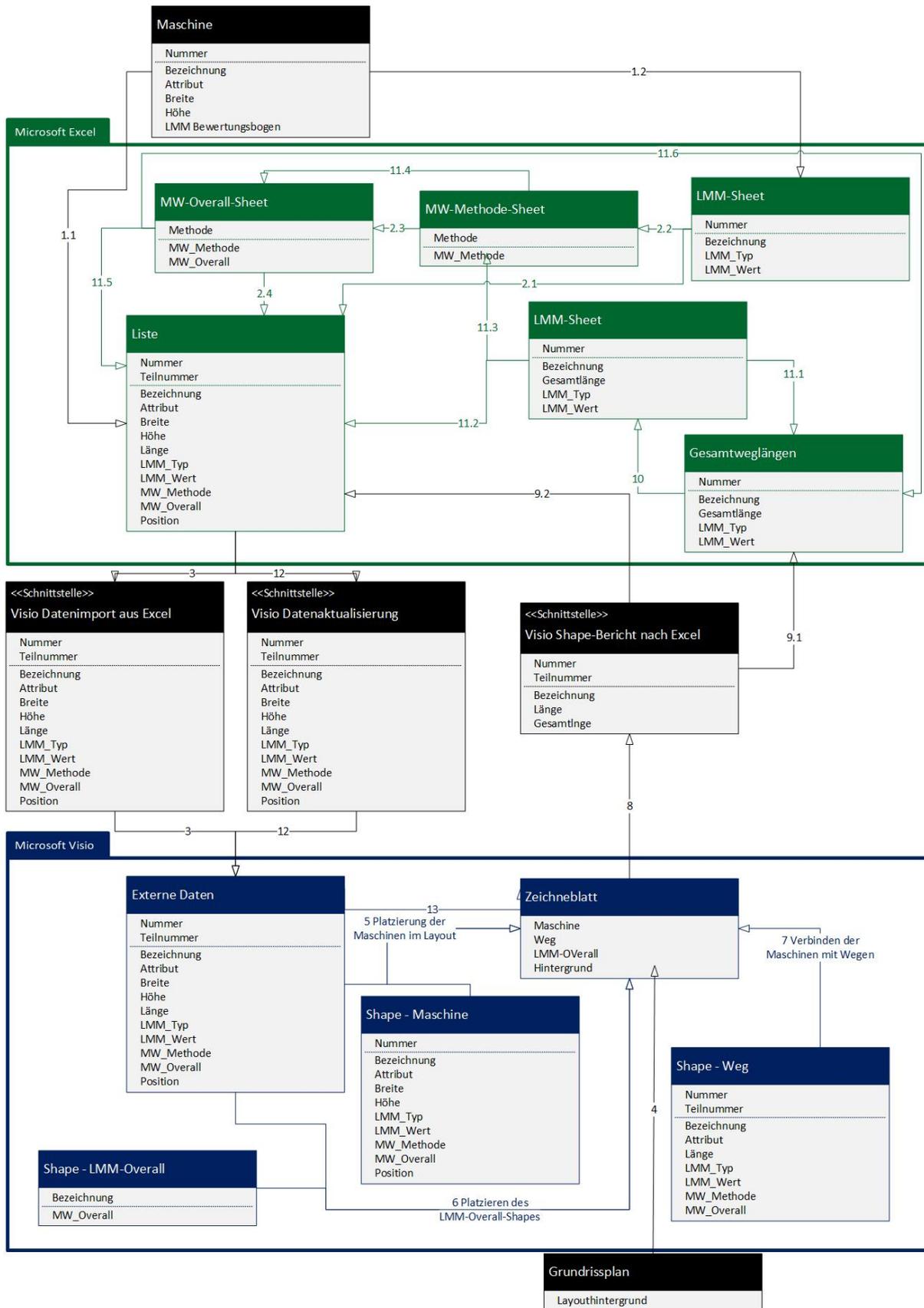


Abbildung 31: Modellarchitektur

Das Modell, wie in Abbildung 31 beschrieben, besteht aus jeweils einer Datei aus zwei verschiedenen Programmen. Für die Dateneingabe und Berechnungen wird MS Excel

verwendet. Zur Layoutdarstellung wird MS Visio verwendet. Zwischen diesen zwei Programmen befinden sich Schnittstellen, an denen Daten ausgetauscht werden. In Tabelle 7 sind die einzelnen Schritte des Modells kurz beschrieben.

Schritt	Beschreibung
1.1	In Schritt 1.1 werden aufgenommene Daten einer Maschine oder eines Arbeitsplatzes in MS Excel in eine Liste eingetragen. Dabei werden folgende Attribute notiert: Nummer, Bezeichnung, Attribut, Breite, Höhe.
1.2	Parallel zu Schritt 1.1 wird der bereits ausgefüllte LMM Bewertungsbogen in MS Excel übertragen.
2.1	Nach Übertragen des LMM Bewertungsbogens wird automatisch ein LMM-Wert berechnet, der dann mit dem LMM-Typ zur passenden Nummer in die Liste von Schritt 1.1 eingefügt wird.
2.2	Der berechnete LMM-Wert wird gleichzeitig in das Mittelwert-Sheet der passenden Methode übertragen
2.3	Die berechneten methodenspezifischen Mittelwerte aus dem Sheet aus Punkt 2.2 werden in ein Sheet übertragen, indem ein Mittelwert für die Gesamtbeurteilung berechnet wird
2.4	Der berechnete Wert für die Gesamtbeurteilung sowie die einzelnen methodenspezifischen Mittelwerte werden in die Liste aus Schritt 1.1 beigefügt
3	In Schritt 3 wird in MS Visio mittels Datenimport die bereits erstellte Liste importiert.
4	Daraufhin wird ein Grundrissplan im Hintergrund des Zeichenblattes eingefügt, um die Maschinen und Arbeitsvorgänge an den entsprechenden Positionen platzieren zu können.
5	Wenn der Grundrissplan im passenden Maßstab zum Zeichenblatt eingefügt wurde, werden in Schritt 5 die Maschinen bzw. Arbeitsvorgänge mit den Daten aus der importierten Liste im Layout platziert.
6	Es wird das LMM-Overall-Shape platziert, das in der oberen rechten Ecke den Wert der Gesamtbeurteilung anzeigt.
7	In Schritt 7 werden die platzierten Maschinen bzw. Arbeitsvorgänge mit Wegabschnitten verbunden.

8	Mittels eines Shape-Berichtes werden die folgenden Daten der Wegabschnitte nach MS Excel exportiert: Nummer, Teilnummer, Bezeichnung, Länge, Gesamtlänge
9.1	Nach dem Export der Weg-Daten wird die Gesamtlänge mit der dazugehörigen Nummer und Bezeichnung in eine Liste der Gesamtweglängen kopiert.
9.2	Parallel werden die Daten der einzelnen Wegabschnitte (Nummer, Teilnummer, Bezeichnung, Länge) in die Liste aus Schritt 1.1 kopiert. Die Liste beinhaltet jetzt Maschinen bzw. Arbeitsgänge und Wegstrecken.
10	Im 10. Schritt werden die Gesamtlängen der Wegstrecken in ein passendes LMM-Sheet übertragen und mit den weiteren ergonomischen Informationen, die für das Ausfüllen des Leitmerkmalbogens benötigt werden, wird der LMM-Wert der Wegstrecke berechnet
11.1 11.2 11.3	Der LMM-Typ sowie der berechnete LMM-Wert werden sowohl in die Liste aus Schritt 1.1 als auch in die Liste der Gesamtweglängen übertragen und den passenden Nummern zugeordnet. Weiters wird der LMM-Wert auch noch in das Sheet zur Berechnung des methodenspezifischen Mittelwertes übertragen.
11.4	Anschließend werden die aktualisierten Mittelwerte, wie in Schritt 2.3, in das Sheet zu Berechnung der Gesamtbeurteilung übernommen
11.5 11.6	Der berechnete Wert für die Gesamtbeurteilung sowie die einzelnen methodenspezifischen Mittelwerte werden in die Liste aus Schritt 1.1 und in das Sheet der Gesamtweglängen übertragen.
12	Daraufhin werden die importierten Daten in MS Visio aktualisiert und so auch die neuen Daten der Wege hinzugefügt.
13	Abschließend werden die neu importierten Daten der Wege mit dazugehörigen Shapes verknüpft.

Tabelle 7: Beschreibung der Schritte in der Modellarchitektur

### 3.3 Konzeption eines Prototyps

Das Modell besteht aus einer MS Excel- und einer MS Visio-Datei. Diese Dateien werden zum einen mit Microsoft Excel 2016 und zum anderen in Microsoft Visio Professional 2016 erstellt. Im Folgenden eine kurze Begründung, wieso diese beiden Programme verwendet werden. Anschließend an diese Begründung wird dann der Aufbau der beiden Dateien beschrieben.

MS Excel bietet neben den zahlreichen Möglichkeiten zur Bearbeitung, Analyse und Präsentation der Daten für Entwickler auch noch mittels Visual Basic für Applikationen (VBA) eine Programmiersprache, mit der Aktionen und wiederkehrende Routineaufgaben bewältigt werden können. Dabei eignet sich VBA besonders für Aufgaben, die sich ständig wiederholen. Hierbei werden sogenannte Makros ausgeführt, die in Visual Basic geschriebene nacheinander folgende Schritte ausführen.<sup>186</sup> VBA ist auch für einen Programmierneuling recht einfach handzuhaben, da Excel sogar ein Tool anbietet, ein Makro aufzuzeichnen. Nach dem Start einer solchen Aufnahme werden alle gewünschten Schritte des Makros durchgeführt und anschließend die Aufnahme beendet. Der Code des aufgezeichneten Makros kann danach bearbeitet und verfeinert werden. Auch in MS Visio gibt es die Möglichkeit ebenso Aufgaben durch den VBA Code zu beschreiben.

Neben den beiden Gründen, der Einfachheit der Anwendung und der geringen nötigen Programmierkenntnisse, ist ein weiterer Beweggrund Excel für dieses Modell zu verwenden, dass es ein Teil des Microsoft Office Paketes ist, das beispielsweise 2016 über 70 % aller Internetnutzer in Deutschland als Office-Paket installiert haben.<sup>187</sup> Damit ist Excel oft bereits verfügbar und eine vertraute Umgebung. MS Visio zählt zwar nicht zu den Standard Office-Programmen von Microsoft, kommt aber dennoch aus demselben Hause und verwendet mit VBA auch dieselbe Programmiersprache. Das sind auch die Gründe für die Wahl von Visio.

### 3.3.1 MS Excel

In diesem Unterkapitel werden der Aufbau sowie die Funktionsweise der Arbeitsmappe in Excel beschrieben. Der gesamte VBA Code aller Makros wird dann im Anhang dazugegeben.

Die Arbeitsmappe in Excel besteht grundsätzlich aus den folgenden zehn Tabellenblättern:

- Übersicht
- Liste
- Gesamtweglängen
- Mittelwert
- MW HHT
- MW ZS
- MW MAP
- Master HHT

---

<sup>186</sup> vgl. [https://msdn.microsoft.com/de-de/library/office/ee814737\(v=office.14\).aspx](https://msdn.microsoft.com/de-de/library/office/ee814737(v=office.14).aspx) (Gelesen am: 29.09.2016)

<sup>187</sup> vgl. <http://www.webmasterpro.de/portal/news/2010/01/25/verbreitung-von-office-programmen-openoffice-ueber-21.html> (Gelesen am 29.09.2016)

- Master ZS
- Master MAP

Im ersten Schritt wird das Tabellenblatt „Liste“ erstellt. Hierfür werden jeweils in der ersten Zeile der Spalten folgende Attribute eingetragen:

- A. Nummer
- B. Teilnummer
- C. Bezeichnung
- D. Attribut
- E. Breite
- F. Höhe
- G. Länge
- H. LMM\_Typ
- I. LMM\_Wert
- J. MW\_Methode
- K. MW\_Overall
- L. Position

Anschließend wird das Tabellenblatt „Gesamtweglängen“ angelegt. Auch hier werden wieder nur Attribute in der ersten Zeile eingetragen:

- A. Nummer
- B. Bezeichnung
- C. Attribut
- D. Gesamtlänge
- E. LMM\_Typ
- F. LMM\_Wert
- G. MW\_Methode
- H. MW\_Overall

Anschließend werden die drei Tabellenblätter „MW HHT“, „MW ZS“ und „MW MAP“ erstellt. Diese sind vom Prinzip her alle gleich aufgebaut und darum wird hier anhand des Tabellenblatts „MW HHT“ gezeigt, wie sie prinzipiell aufgebaut sind (Abbildung 32). Mithilfe dieser Tabellenblätter wird für jede Methode ein LMM-Mittelwert berechnet.

Mittelwerte:	1	4	2	2	14
Nummer	Lastwichtung	Haltung	Ausführung	Zweitwichtung	
107	1	4	2	2	

Abbildung 32: Tabellenblatt "MW HHT"

In Zeile 4 wird eine Tabelle mit der Nummer und den jeweiligen Wichtungen der entsprechenden Methode erstellt. Bei der Methode HHT sind dies: die Lastwichtung, Haltungswichtung, Ausführungswichtung und Zeitwichtung. Anschließend werden in Zeile 2 die Mittelwerte der einzelnen Wichtungen gebildet. Hierfür wird eine Formel, wie die Formel 2, angepasst auf die jeweilige Spalte verwendet. Lediglich bei der Lastwichtung muss die Formel etwas adaptiert werden, da dort eine Regel der Leitmerkalmethode besagt, dass bei Auftreten des Maximalwertes von 25 kein Mittelwert mehr gebildet werden darf, sondern der Maximalwert verwendet werden muss. Die adaptierte Formel entspricht der Formel 3.

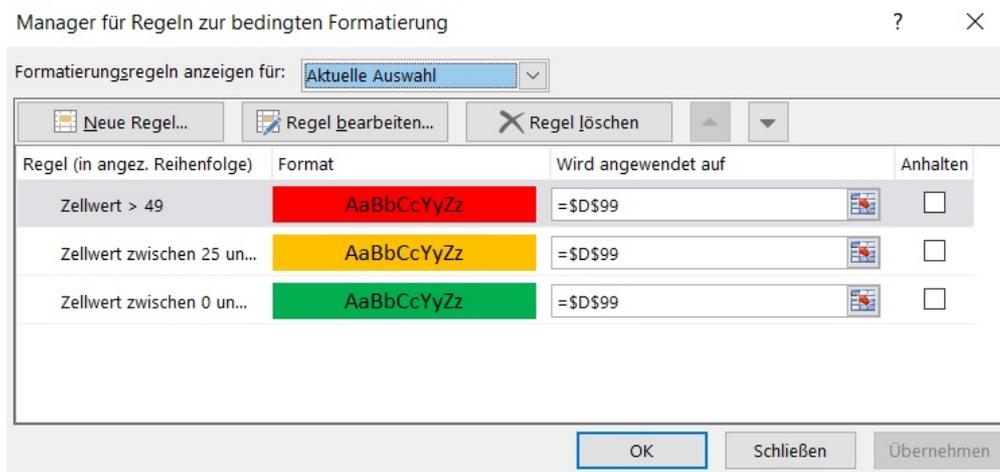
$$= \text{MITTELWERT}(C4: C5)$$

**Formel 2: Mittelwert der einzelnen Wichtungen**

$$= \text{WENN}(\text{ZÄHLENWENN}(B4: B5; 25) > 0; 25; \text{MITTELWERT}(B4: B5))$$

**Formel 3: Mittelwert der Lastwichtung bei der Methode HHT**

In Zeile 4 wird dann entsprechend der jeweiligen Formel der LMM-Wert aus den gemittelten Wichtungen berechnet. Zur schnelleren Einschätzung der Belastung wird die Zelle mit dem LMM-Wert noch in der entsprechenden Farbe eingefärbt. In der Registerkarte „Start“ findet sich das Symbol „Bedingte Formatierung“. Mit dieser Funktion werden drei Regeln aufgestellt, damit sich die Zelle mit dem LMM-Wert in der entsprechenden Farbe einfärbt (Abbildung 33). Wenn in der Zelle ein Wert von 0 bis einschließlich 24 auftritt färbt sie sich grün, bei einem Wert von 25 bis einschließlich 49 wird die Zelle orange hinterlegt und bei einem Wert ab 50 rot.



**Abbildung 33: Manager für Regeln zur bedingten Formatierung**

Nachdem die ähnlich aufgebauten Tabellenblätter „MW ZS“ und „MW MAP“ analog dazu erstellt worden sind, wird das Tabellenblatt „Mittelwert“ erstellt. Dieses Tabellenblatt dient dazu, aus den einzelnen methodenspezifischen Mittelwerten einen Mittelwert über alle Methoden zu berechnen (Abbildung 34).

Methode	Zeitwichtung	Zeitwichtung %	Anteil %	LMM-MW
HHT	2	0,2	0,21359223	14
ZS	1	0,1	0,10679612	9,75
MAP	3,5	0,636363636	0,67961165	42
		0,936363636	1	
			Overall Mittelwert:	32,58

Abbildung 34: Tabellenblatt "Mittelwert"

Dieser gesamte Mittelwert soll nach den jeweiligen Zeitwichtungen gewichtet werden. Hierfür werden zuerst in Spalte B die Mittelwerte der Zeitwichtungen aus den jeweiligen Mittelwert-Tabellenblättern ausgelesen (Formel 4). Damit auch ein Mittelwert berechnet werden kann, wenn eine Methode nicht angewendet wurde, wird mithilfe der WENNFehler Funktion der Wert „0“ ausgegeben, wenn keine Werte gefunden werden.

$$= \text{WENNFehler}('MW\ HHT'! E2; 0)$$

Formel 4: Auslesen des Mittelwertes der Zeitwichtung aus "MW HHT"

In Spalte C wird die Intensität der Zeitwichtung der jeweiligen Methode berechnet. Dazu wird der Mittelwert der Zeitwichtung durch den entsprechenden Maximalwert dividiert. Bei den Methoden HHT und ZS wird durch den Wert 10 dividiert und bei MAP durch 5,5. Am unteren Ende der Spalte wird dann noch die Summe dieser Anteile gebildet. Spalte D dient dazu, den Anteil der in Spalte C berechneten Intensitäten der Zeitwichtungen zu bestimmen. Hierfür werden die einzelnen Intensitäten durch die Summe der Intensitäten dividiert (Formel 5). In Spalte E werden noch die einzelnen Mittelwerte aus den entsprechenden Tabellenblättern ausgelesen. Die Formeln hierfür sind analog zur Formel 4 aufgebaut. Am Ende wird dann in Spalte E die Summe der berechneten Anteile aus Spalte D multipliziert mit dem jeweiligen Mittelwert gebildet (Formel 6).

$$= \frac{C2}{C5}$$

Formel 5: Anteil der jeweiligen gewichteten Zeitwichtung

$$= D2 * E2 + D3 * E3 + D4 * E4$$

Formel 6: Gesamter Mittelwert über alle Methoden

Abschließend werden die Zellen mit Werten in Spalte E auch mit der bedingten Formatierung belegt, wie sie bereits weiter oben in Abbildung 33 beschrieben ist.

Nachdem alle Tabellenblätter mit Berechnungen zu den Mittelwerten erstellt worden sind, werden in die Tabellenblätter „Liste“ und „Gesamtweglänge“ noch Formeln

eingefügt, die die passenden Mittelwerte auslesen. Im Blatt „Liste“ werden in Zeile 2 zuerst die Spalten I, J und K mit der bereits beschriebenen (Abbildung 34) bedingten Formatierung versehen. In Spalte J wird dann mit der Formel 7 ebenfalls in Zeile 2 der Mittelwert der jeweiligen LMM-Methoden mithilfe der Funktion SVERWEIS ausgelesen. Dabei bezieht sich die Formel auf die Spalte H, in der die Methode eingetragen wird.

$$= \text{SVERWEIS}(H2; \text{Mittelwert!} \$A\$2: \$E\$4; 5; \text{FALSCH})$$

**Formel 7: Auslesen des Mittelwertes der passenden Methode**

In Spalte K wird einfach aus dem Tabellenblatt „Mittelwert“ der Gesamtmittelwert ausgelesen (Formel 8).

$$= \text{Mittelwert!} \$E\$7$$

**Formel 8: Auslesen des Gesamtmittelwertes über alle Methoden**

In dem Tabellenblatt „Gesamtweglängen“ wird im Prinzip mit den gleichen Formeln dasselbe ausgeführt. Der Unterschied besteht nur darin, dass der Mittelwert der Methode in Spalte G und der Gesamtmittelwert in der Spalte H ausgelesen werden sowie die Spalten F, G und H mit der bedingten Formatierung versehen werden.

Abschließend werden die Tabellenblätter „Mittelwert“, „MW HHT“, „MW ZS“ und „MW MAP“ ausgeblendet.

In weiterer Folge werden die drei Tabellenblätter für die Eingabe der Daten aus der Leitmerkalmethode erstellt („Master HHT“, „Master ZS“ und „Master MAP“). Diese dienen in der Verwendung lediglich als Vorlage und werden dann stets kopiert. Es handelt sich bei diesen Tabellenblättern um Nachbauten der Formblätter der Leitmerkalmethode (siehe Anhang bzw. <http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Physische-Belastung/Gefaehrdungsbeurteilung.html>). Der Aufbau dieser drei Tabellenblätter wird in der Folge am Beispiel vom „Master MAP“, der Bewertung von Manuellen Arbeitsprozessen, beschrieben.

Mithilfe von Formularsteuerelementen, wie Schaltflächen, Kontrollkästchen, Optionsfeldern und Gruppenfeldern (siehe Abbildung 35), werden diese Formblätter so gestaltet, dass die entsprechenden Belastungen lediglich mit einem Mausklick ausgewählt werden und der dazugehörige Wert der Wichtung automatisch ausgewählt wird.

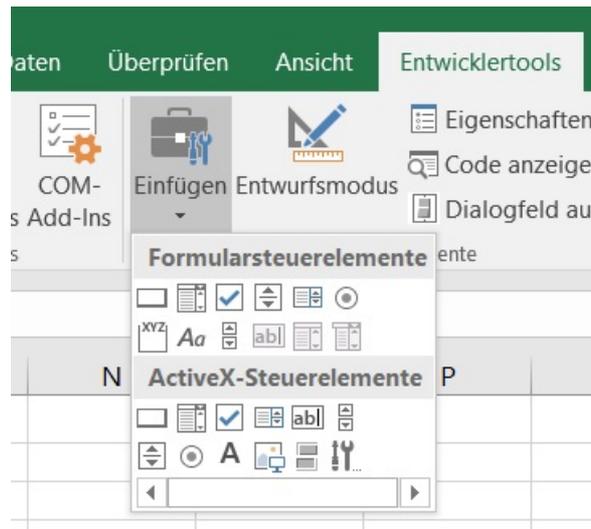


Abbildung 35: Formularsteuerelemente

Wenn bei einer Auswahl an Feldern nur eines ausgewählt werden darf, wird für jede Wahlmöglichkeit ein Optionsfeld erstellt. Diese Optionsfelder werden dann mit einem Gruppenfeld zusammengefasst. Dies schafft die Möglichkeit auf einem Tabellenblatt mehrere Optionsfelder auszuwählen, aber gleichzeitig in einzelnen Gruppen jeweils nur eine Auswahl treffen zu können. In Abbildung 36 ist ein Beispiel für eine solche Gruppe an Optionsfeldern abgebildet.

1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung

Gesamtdauer dieser Tätigkeit pro Schicht [bis ... Stunden]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Zeitwichtung	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5
										Zeitwichtung: 2,5

Abbildung 36: Beispiel der Auswahl eines Optionsfeldes

Bei der Auswahl jedes Optionsfelds wird dann mithilfe eines Makros der entsprechende Wert für die Wichtung in das entsprechende Feld eingetragen. In Abbildung 36 wird für die Dauer von 4 Stunden der Wert 2,5 in das Feld der Zeitwichtung eingetragen.

Zur Auswahl mehrerer Felder und Werte innerhalb einer Gruppe müssen anstatt der Optionsfelder Kontrollkästchen verwendet werden. Diese können dann angekreuzt werden (Abbildung 37).

2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen von Art der Kraftausübung, Griffbedingungen, Arbeitsorganisation, Ausführungsbedingungen, Körperhaltung und Hand-/Armstellung und -bewegung

Art der Kraftausübung(en) im Finger- und Handbereich		Halten					
		mittl. Haltedauer [Sek. Pro Minute]					
LINKE HAND		60-31	30-16	15-4	<4	<1	1-
Höhe	Beschreibung	Wichtung					
gering 	<b>Sehr geringe Kräfte</b> z.B. Tastenbedienung / Verschieben / Ordnen	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input checked="" type="checkbox"/> 0
	<b>Geringe Kräfte</b> z.B. Materialeinführung / Einlegen	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1,5	<input checked="" type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0
	<b>Mittlere Kräfte</b> z.B. Greifen / Fügen von kleinen Werkstücken mit der Hand oder kleinen Werkzeugen	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input checked="" type="checkbox"/> 0
	<b>Hohe Kräfte</b> z.B. Drehen / Wickeln / Verpacken / Fassen / Halten oder Fügen von Teilen / Eindrücken / Schneiden / Arbeiten mit kleineren angetriebenen Handwerkzeugen	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1
	<b>Sehr hohe Kräfte</b> z.B. Kraftbetontes Schneiden / Arbeit mit kleinen Trackern / Bewegen oder Halten von	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 6	<input checked="" type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1

Abbildung 37: Beispiel Kontrollkästchen

Bei den Kontrollkästchen wird der Wert des Kästchens nicht mit einem Makro ausgegeben. Durch Rechtsklick auf das Kontrollkästchen kann die Funktion „Steuerelement formatieren“ ausgewählt werden. Hier wird dann eine Zellverknüpfung bestimmt in der entweder der Wert „WAHR“ (für angekreuzt) oder „FALSCH“ (nicht angekreuzt) ausgegeben wird (Abbildung 38).

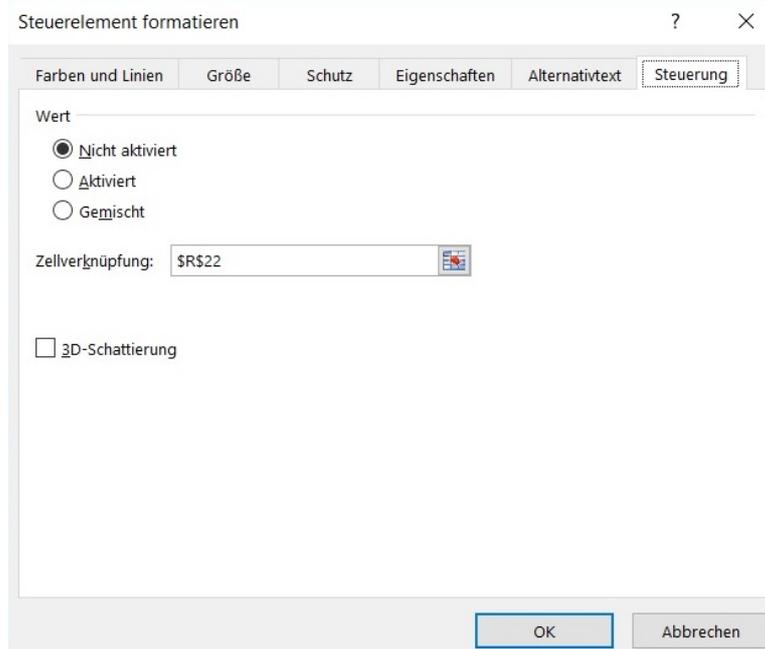


Abbildung 38: Steuerelement formatieren (Kontrollkästchen)

Die Zellverknüpfungen der Kontrollkästchen bilden eine weitere Tabelle (Abbildung 39) außerhalb des Sichtbereiches, die dann nur aus Einträgen „WAHR“ oder „FALSCH“ besteht.

FALSCH	FALSCH	FALSCH	FALSCH	FALSCH	WAHR	FALSCH	FALSCH	FALSCH	FALSCH
FALSCH	FALSCH	WAHR	FALSCH						
FALSCH	FALSCH	FALSCH	FALSCH	FALSCH	WAHR	FALSCH	FALSCH	WAHR	FALSCH
FALSCH									
FALSCH	FALSCH	WAHR	FALSCH						
FALSCH									
			FALSCH						

**Abbildung 39: Extratablelle der Kontrollkästchen mit den Werten "WAHR" oder "FALSCH"**

Für die Addition der einzelnen Werte, die ausgewählt werden, wird in die entsprechende Zelle der Wichtung folgende Formel eingetragen:

$$= \text{SUMMEWENN}(R22:AA28; "WAHR"; D22:M28)$$

**Formel 9: Summe der ausgewählten Kontrollkästchen**

Durch diese Funktion werden alle Werte aus der ursprünglichen Tabelle (D22:M28), die in der erweiterten Tabelle (R22:AA28) mit dem Wert „WAHR“ vermerkt sind, zusammengezählt. Wichtig ist dabei, dass jedes Kontrollkästchen den Wert in der weiteren Tabelle genau an der Position ausgibt, an der sich das Kästchen in der ursprünglichen Tabelle befindet. Wird also beispielsweise der Wert aus Spalte 2 und Zeile 3 angekreuzt muss auch genau dort in der Extratablelle der Wert „WAHR“ ausgegeben werden.

Auch die Kontrollkästchen werden mit einem Gruppenfeld zusammengefasst. Damit nicht bei jedem Ausfüllen der vorige Eintrag gelöscht werden muss, ist auch noch zwischen den beiden Gruppen mit den Kontrollkästchen eine Schaltfläche angebracht, die alle Häkchen entfernt. Hierfür ist wieder ein Makro hinterlegt.

Nachdem alle Einzelschritte der jeweiligen Leitmerkalmethode mit ihren Optionsfeldern und Kontrollkästchen nacheinander in Gruppenfeldern angeordnet sind, folgt am Ende des Tabellenblattes die Berechnung des LMM-Wertes (Abbildung 40). Hierfür werden die oben bestimmten Wichtungen zur Übersichtlichkeit noch einmal übertragen.

3. Schritt: Bewertung		
	Wichtung der Kraftausübung für die linke Hand:	9,5
	Wichtung der Kraftausübung für die rechte Hand:	8
	Größere Wichtung von linker und rechter Hand:	9,5
	Wichtung der Kraftübertragung/Greifbedingungen:	0
	Wichtung der Hand-/Armstellung und -bewegung:	3
	Wichtung der Arbeitsorganisation:	1
	Ausführungsbedingungs-wichtung:	2
	Wichtung der Körperhaltung:	1
	Summe	16,5
		X
	Zeitwichtung	2,5
	Punktwert	41,25

Abbildung 40: Berechnung des LMM-Wertes

Bei der LMM-MAP muss bei der Rechnung am Ende noch berücksichtigt werden, welche der beiden Hände stärker belastet wird. Hierfür werden zunächst die jeweiligen Wichtungen der Hände übertragen und dann mit folgender Formel die höhere ausgewählt:

$$= \text{MAX}(D87; D88)$$

Formel 10: Auswahl der stärker belasteten Hand

Wie in Abbildung 40 zu erkennen ist, werden die entsprechenden Wichtungen dann addiert und die entstandene Summe noch mit der Zeitwichtung multipliziert. Der Punktwert am Ende entspricht dann dem Belastungswert, hier auch LMM-Wert genannt.

Zur einfacheren Übersicht und Veranschaulichung der Daten wird noch ein Datenkopf am Anfang der Datei eingefügt. Dieser Datenkopf besteht bei der LMM-MAP aus der Nummer, der Bezeichnung, dem Attribut, dem LMM-Typ und dem LMM-Wert (Abbildung 41). Zur schnelleren Einschätzung der Belastung wird die Zelle mit dem LMM-Wert am Ende des Blattes und im Datenkopf wieder mittels bedingter Formatierung entsprechend eingefärbt (weiter oben in Abbildung 33 beschrieben).

Beurteilung von Manuellen Arbeitsprozessen anhand von Leitmerkmalen				
Nummer:	111			
Bezeichnung:	Schlüsselprofil			
Attribut:	Arbeitsvorgang			
LMM-Typ:	MAP			
LMM-Punktwert:	42			

Abbildung 41: Datenkopf der LMM-MAP

Dabei ist lediglich der LMM-Typ, also MAP, einzutragen. Der LMM-Wert wird direkt von der Berechnung am Ende des Tabellenblattes bezogen und mit derselben bedingten Formatierung angezeigt. Die Nummer muss eingegeben werden, dies geschieht aber später automatisch über ein Makro. Die Bezeichnung wird dann mittels SVERWEIS aus dem Tabellenblatt „Liste“ mit der Formel 11 geholt:

$$= \text{SVERWEIS}(F3; \text{Liste! A: D}; 3; \text{FALSCH})$$

#### Formel 11: Auslesen der Bezeichnung zur passenden Nummer

Das Attribut, das der jeweiligen Nummer zugeordnet ist, wird ebenfalls mittels SVERWEIS aus dem Tabellenblatt „Liste“ ausgelesen (Formel 12):

$$= \text{SVERWEIS}(F3; \text{Liste! A: D}; 4; \text{FALSCH})$$

#### Formel 12: Auslesen des Attributs mittels SVERWEIS

Zum Abschluss soll das Tabellenblatt mit einem Schutz versehen werden, damit unabsichtliche Änderungen die Funktionsweise nicht zerstören. Hierfür müssen aber zuerst alle Zellen, in die ein Wert mithilfe eines Makros eingetragen wird, vom Blattschutz befreit werden. Dies betrifft die Zellen, in die, durch die Auswahl eines Optionsfeldes, der Wert der Wichtung eingetragen wird, sowie jene Zellen, die in der Extratablelle die Werte „WAHR“ oder „FALSCH“ von den Kontrollkästchen ausgeben. Nach Auswahl all dieser Zellen wird mit einem Rechtsklick die Funktion „Zellen formatieren“ ausgewählt. Unter dem Reiter „Schutz“ muss das Häkchen bei „Gesperrt“ entfernt werden (Abbildung 42). Anschließend kann mit einem Rechtsklick auf das Tabellenblatt die Aktion „Blatt schützen“ angeklickt werden. Beim Blattschutz können dann alle Häkchen entfernt werden, da auch keine Felder auswählbar sein müssen (Abbildung 43).



Abbildung 42: Formatierung der Zellen für den Blattschutz

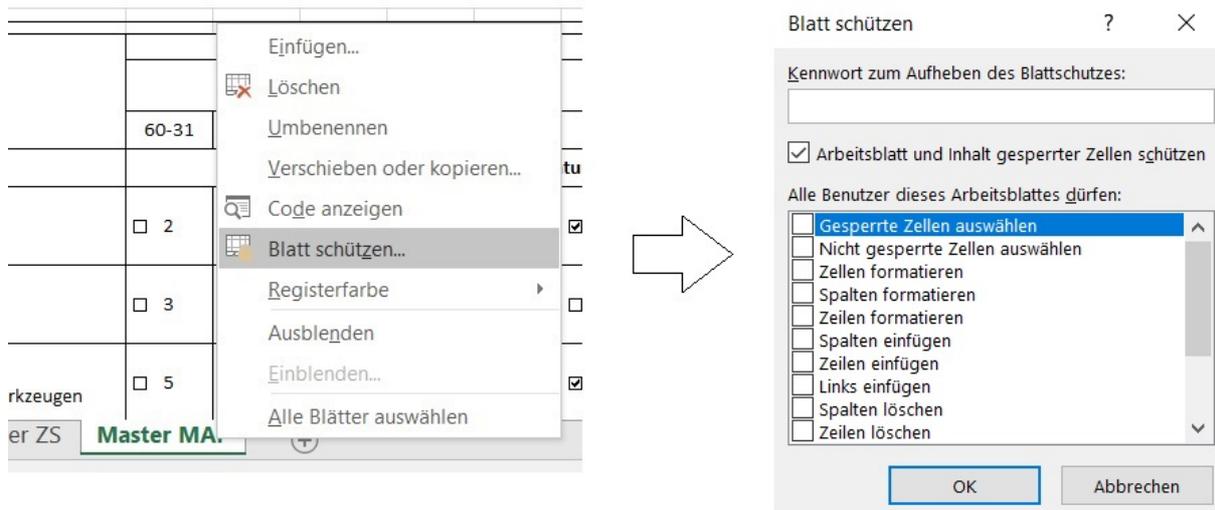


Abbildung 43: Blattschutz der LMM-Tabellenblätter

Die anderen beiden LMM-Tabellenblätter unterscheiden sich von den MAP nur geringfügig. Zum einen bestehen sie in der Auswahl der einzelnen Wichtungen nur aus Optionsfeldern, die in einzelne Gruppenfelder geteilt sind und zum anderen ist die Berechnung am Ende etwas einfacher, da die Entscheidung der höher belasteten Hand wegfällt und die Anzahl der Wichtungen geringer ist. Bei der Beurteilung von ZS kommt noch ein weiterer Multiplikationsfaktor hinzu, was jedoch mit einfacher Mathematik in Excel gelöst wird. Ein wesentlicher Unterschied zu den MAP ist jedoch der Datenkopf. Da die Methoden HHT und ZS auch auf eine Wegstrecke zutreffen können, gibt es im Datenkopf eine Erweiterung um eine Komponente. Dies ist die Gesamtlänge aus Tabelle (in m). Diese wird mit der Formel 13 aus dem Tabellenblatt „Gesamtweglängen“ ausgelesen.

$$= WENNFehler(SVERWEIS(C3; Gesamtweglängen! A: D; 4; FALSCH); " - ")$$

Formel 13: Auslesen der Gesamtweglänge

Bei dieser Formel wird zusätzlich zum SVERWEIS auch noch die Funktion WENNFehler angewendet. Dies dient dazu, dass bei einer Maschine bzw. einem Arbeitsvorgang, wo keine Länge vorhanden ist, nicht eine Fehlermeldung aufscheint sondern ein Bindestrich abgebildet wird. In Abbildung 44 ist ein Datenkopf der LMM-HHT abgebildet.

Beurteilung von Heben, Tragen, Halten anhand von Leitmerkmalen			
Nummer:	107	Attribut:	Arbeitsvorgang
Bezeichnung:	Schlüsselprofil	LMM-Typ:	HHT
Gesamtlänge aus Tab.:	-	LMM-Punktwert:	14

Abbildung 44: Datenkopf der LMM-HHT

Nachdem alle drei Tabellenblätter für die Leitmerkmalermethode erstellt und mit einem Blattschutz versehen sind, werden sie ausgeblendet.

Das Tabellenblatt „Übersicht“ bietet die Möglichkeit zur Dateneingabe. Hier werden die einzelnen Daten eingegeben und durch Ausführen von Makros dann in die weiteren Listen eingetragen bzw. entsprechende Tabellenblätter erstellt. Es gibt zwei Arten der Dateneingabe. Zum einen kann eine Maschine oder Arbeitsvorgang und zum anderen kann ein gesamter Weg und seine Abschnitte eingetragen werden. Die einzugebenden Felder sind dabei blau hinterlegt. In Abbildung 46 ist das gesamte Tabellenblatt dargestellt.

Bei der Eingabe einer Maschine oder eines Arbeitsvorganges müssen unbedingt folgende Eigenschaften eingegeben werden: Nummer, Bezeichnung, Attribut, Breite und Höhe (jeweils in m). Dabei ist das Feld mit der Nummer auf die Zahlen 101 bis 199 beschränkt. Unter der Registerkarte „Daten“ gibt es die Funktion Datenüberprüfung (Abbildung 45). Hiermit kann unter Einstellungen das Gültigkeitskriterium „Liste“ gewählt werden und dann bei der Quelle auf eine Liste im Tabellenblatt, die außerhalb des Sichtbereiches ist, verwiesen werden. Diese Liste enthält die Zahlen 101 bis 199.

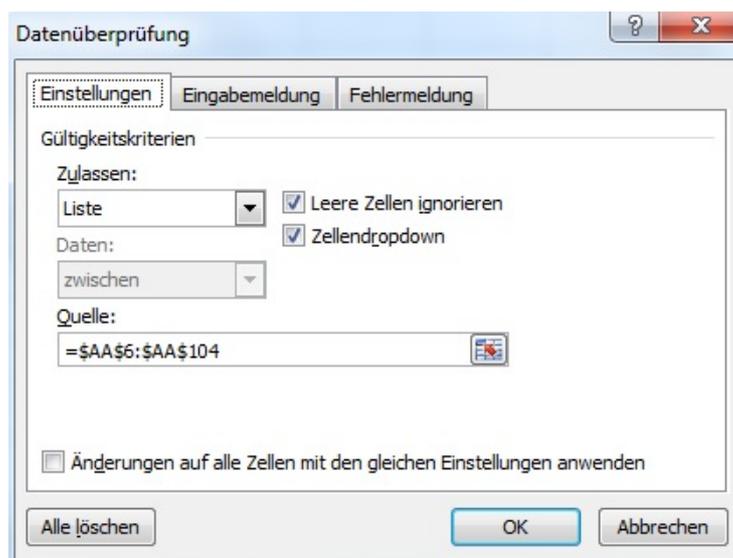


Abbildung 45: Werte in Zelle beschränken mittels Datenüberprüfung

Maschine oder Arbeitsvorgang einfügen						
Maschine HHT hinzufügen	Nummer		Beispiel			
	Bezeichnung		101			
Maschine ZS hinzufügen	Attribut		Galvanik			
	Breite		Arbeitsvorgang			
Maschine MAP hinzufügen	Höhe		5 m			
			3 m			
Gesamtweglänge einfügen						
Weg HHT hinzufügen	Nummer		Beispiel			
	Bezeichnung		201			
Weg ZS hinzufügen	Attribut	Weg	zur Galvanik			
	Gesamtlänge		Weg			
			20 m			
Wegabschnitte einfügen						
	Beispiel	Nummer	Teilnummer	Bezeichnung	Attribut	Länge
		201	1	zur Galvanik	Weg	3 m
Wegabschnitte hinzufügen						

Abbildung 46: Tabellenblatt "Übersicht" zur Dateneingabe

Nach Eingabe alle relevanten Daten kann durch Betätigung einer von drei Schaltflächen das dazugehörige Makro ausgelöst werden. Als ersten Schritt überprüfen die drei Makros, ob die verwendete Nummer bereits verwendet wurde. Ist dies der Fall bricht das Makro auf der Stelle ab und gibt eine Nachricht aus, dass eine andere Nummer gewählt werden muss. In weiterer Folge unterscheiden sich die drei Makros nach Art der Leitmerkmalmethode, die bei der Maschine bzw. dem Arbeitsvorgang angewendet wird. Denn durch das Auslösen eines Makros wird das Tabellenblatt der jeweiligen Leitmerkmalmethode kopiert, die Nummer der Maschine bzw. des Arbeitsvorganges im Datenkopf eingetragen und in weiterer Folge auch das Tabellenblatt nach dieser Nummer benannt. Weiters erstellen alle drei Makros mit den eingegebenen Daten einen Eintrag im Tabellenblatt „Liste“, verweisen dort mit zwei Formeln auf das Tabellenblatt der LMM, um die Attribute „LMM\_Typ“ und „LMM\_Wert“

stets aktuell auszulesen und übernehmen die Formeln aus den Spalten J und K nach oben. Am Ende wird die Liste in der ersten Ebene nach der Nummer sortiert. Als zweite Ebene wird sie nach der Teilnummer geordnet.

Die Eingabe einer Wegstrecke erfolgt in 2 Schritten. Zuerst wird die Gesamtweglänge eingefügt. Dafür müssen die folgenden Eigenschaften eingefügt werden: Nummer, Bezeichnung und die Gesamtweglänge in m. Das Attribut ist fix mit dem Text „Weg“ ausgefüllt. Hierbei ist das Feld, in das die Nummer eingefügt wird, erneut auf einen Zahlenbereich beschränkt. Der Bereich für die Zahlen beginnt bei 201 und endet bei 299. Beim Hinzufügen des Gesamtweges gibt es zwei verschiedene Makros, eines für die LMM-HHT und ein weiteres für die LMM-ZS. Da eine Wegstrecke kein Manueller Arbeitsprozess sein kann, fällt diese Methode weg. Beim Ausführen eines der beiden Makros durch die jeweilige Schaltfläche wird anfänglich wieder kontrolliert, ob die Nummer noch nicht vergeben ist und anschließend erneut das passende Tabellenblatt der LMM kopiert, die Nummer im Datenkopf eingetragen und das Tabellenblatt nach dieser Nummer umbenannt. In weiterer Folge wird ein Eintrag im Tabellenblatt „Gesamtweglängen“ hinzugefügt und per Formel wird auf die Attribute „LMM\_Typ“ und „LMM\_Wert“ im passenden Tabellenblatt verwiesen. Wie beim Hinzufügen einer Maschine bzw. eines Arbeitsvorganges werden auch hier die Formeln für den methodenspezifischen und den gesamten Mittelwert nach oben in die neue Zeile übertragen. Die Liste der Gesamtweglängen wird dann ebenfalls noch nach der Nummer sortiert.

Im zweiten Schritt der Eingabe eines Weges werden noch die einzelnen Abschnitte eingefügt. Hierzu gibt es in der Maske „Übersicht“ bis zu zehn Positionen, die mit einem Klick hinzugefügt werden können. Dafür werden folgende Eigenschaften benötigt: Nummer, Teilnummer, Bezeichnung, Attribut und Länge in m. In dieser Liste werden die Zellen, in die das Attribut eingetragen werden soll, mittels Datenüberprüfung darauf beschränkt, sodass nur das Attribut „Weg“ eingegeben werden kann. Durch Ausführen des Makros wird ein Datensatz in dem Tabellenblatt „Liste“ eingefügt. In den beiden letzten Spalten der Tabelle werden zwei Formeln eingefügt, die mittels SVERWEIS die Attribute „LMM\_Typ“ und „LMM\_Wert“ aus dem Tabellenblatt „Gesamtweglängen“ auslesen (Formel 14 für den LMM-Typ und Formel 15 für den LMM-Wert). Ebenfalls werden die beiden bestehenden Formeln für die Mittelwerte wieder in die neue Zeile nach oben übernommen.

$$= \text{SVERWEIS}(\$A2; \text{Gesamtweglängen! } \$A: \$F; 5)$$

**Formel 14: Auslesen des LMM-Typs für den Wegabschnitt**

$$= \text{SVERWEIS}(\$A2; \text{Gesamtweglängen! } \$A: \$F; 6)$$

**Formel 15: Auslesen des LMM-Wertes für den Wegabschnitt**

Abschließend wird das Tabellenblatt „Liste“ wieder nach zwei Ebenen sortiert. In der ersten Ebene nach der Nummer und in der zweiten nach der Teilnummer.

Das Tabellenblatt „Übersicht“ wird auch wieder mit einem Blattschutz versehen. Von diesem Schutz müssen allerdings alle Eingabefelder befreit und auswählbar sein. Bei diesen Zellen wird mit einem Rechtsklick und der Funktion „Zellen formatieren“ unter dem Reiter Schutz wieder das Häkchen bei „Gesperrt“ entfernt (siehe Abbildung 42). Beim Aktivieren des Blattschutzes muss im Gegensatz zu den LMM-Tabellenblättern das Häkchen bei „Nicht gesperrte Zellen auswählen“ gesetzt werden, damit diese dann auch ausgewählt werden können (siehe Abbildung 47).

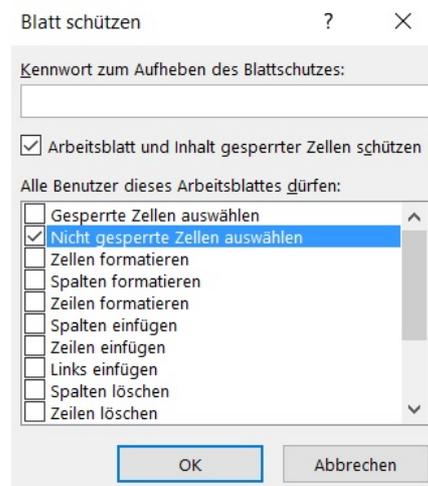


Abbildung 47: Blattschutz beim Tabellenblatt "Übersicht"

### 3.3.2 MS Visio

Dieser Abschnitt beschreibt den Aufbau des Zeichenblattes in MS Visio sowie die Erstellung und Programmierung der verwendeten Shapes.

Beim Start von Visio wird eine neue Datei erstellt. Als Vorlage wird dabei ein leeres Zeichenblatt verwendet. Beim Öffnen dieses Zeichenblattes werden metrische Maße gewählt. Mit Rechtsklick auf das „Zeichenblatt-1“ links unten im Fenster kann die Funktion „Seite einrichten“ ausgewählt werden (Abbildung 48).

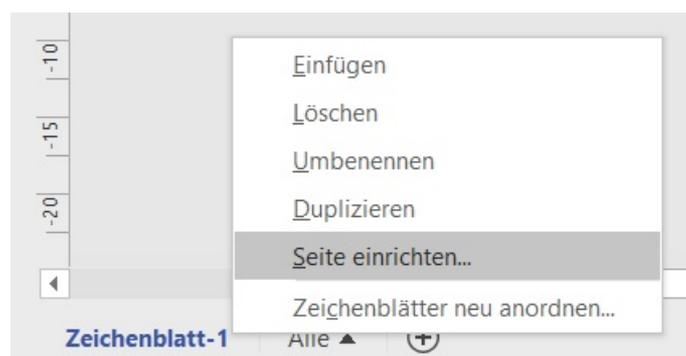


Abbildung 48: Einrichten der Seite in MS Visio

Hier wird unter dem Reiter „Zeichenblatteigenschaften“ der Name des Zeichenblattes auf „Layout“ geändert. Ebenfalls werden die Maßeinheiten auf „Meter“ geändert. Im Reiter „Zeichnungsmaßstab“ wird der vordefinierte Maßstab 1:50 gewählt. Der Reiter „Zeichenblattgröße“ gibt die Möglichkeit eine benutzerdefinierte Größe zu wählen. Hier wird einmal 100 cm x 60 cm gewählt. So ergibt das eine Fläche von 50 m x 30 m.

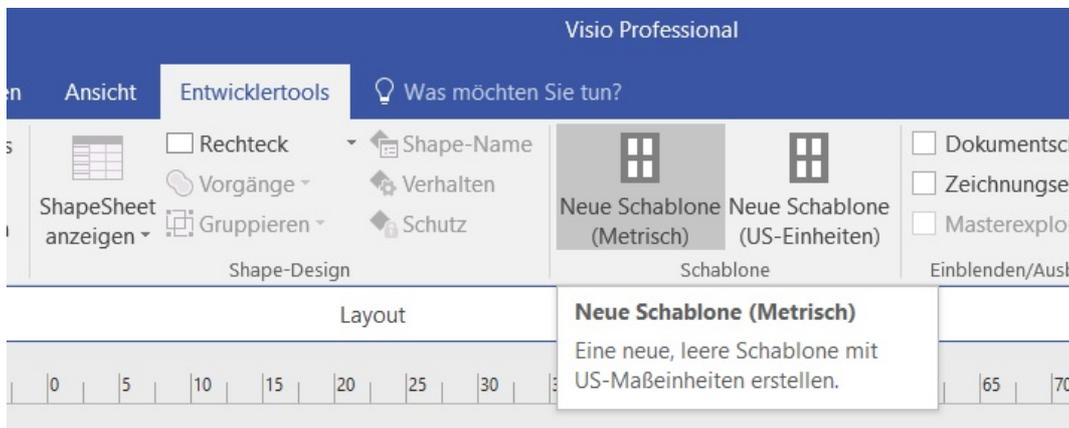


Abbildung 49: Einfügen einer neuen metrischen Schablone

In der Registerkarte „Entwicklertools“ kann eine neue metrische Schablone eingefügt werden (Abbildung 49). Diese Schablone kann dann per Rechtsklick am linken Rand unter einem anderen Namen gespeichert werden (Abbildung 50). In diesem Fall wird sie unter „Layoutplanung“ gespeichert.

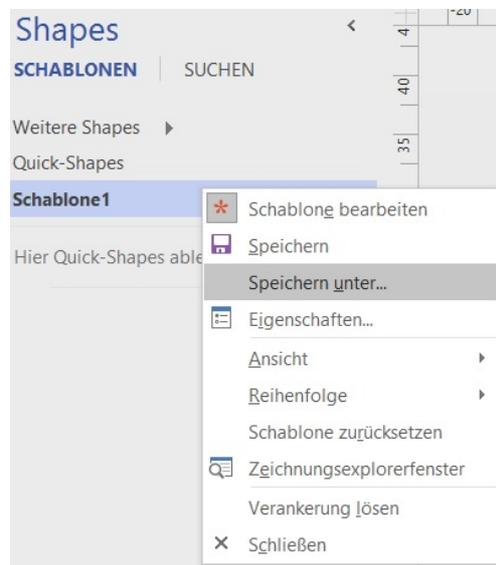


Abbildung 50: Speichern einer Schablone

Unter dem Namen der Schablone steht in Abbildung 50: „Hier Quick-Shapes ablegen“. Durch einen Rechtsklick auf diesen Text kann ein Neues Master-Shape hinzugefügt werden. Beim Hinzufügen wird der Name des Shapes „Maschine“ eingetragen. Nun erscheint das Master-Shape „Maschine“ auf der linken Seite unterhalb des Schablonennamens. Mit einem Rechtsklick auf das Master-Shape wird das Master-

Shape bearbeitet. In dem neu aufgegangenen Fenster wird ein einfaches Rechteck gezeichnet.

Anschließend wird über die Registerkarte „Entwurf“ die Funktion „Zeichenblatt einrichten“ ausgewählt (Abbildung 51) und wie bereits im Layout der Zeichnungsmaßstab auf 1:50 geändert.

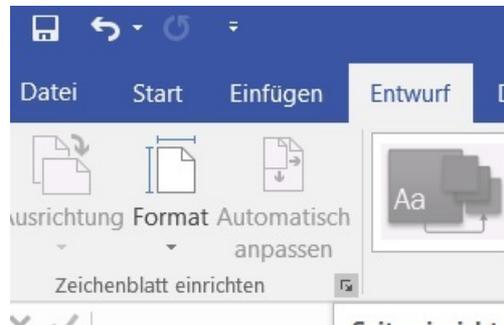


Abbildung 51: Seite einrichten im Master-Shape

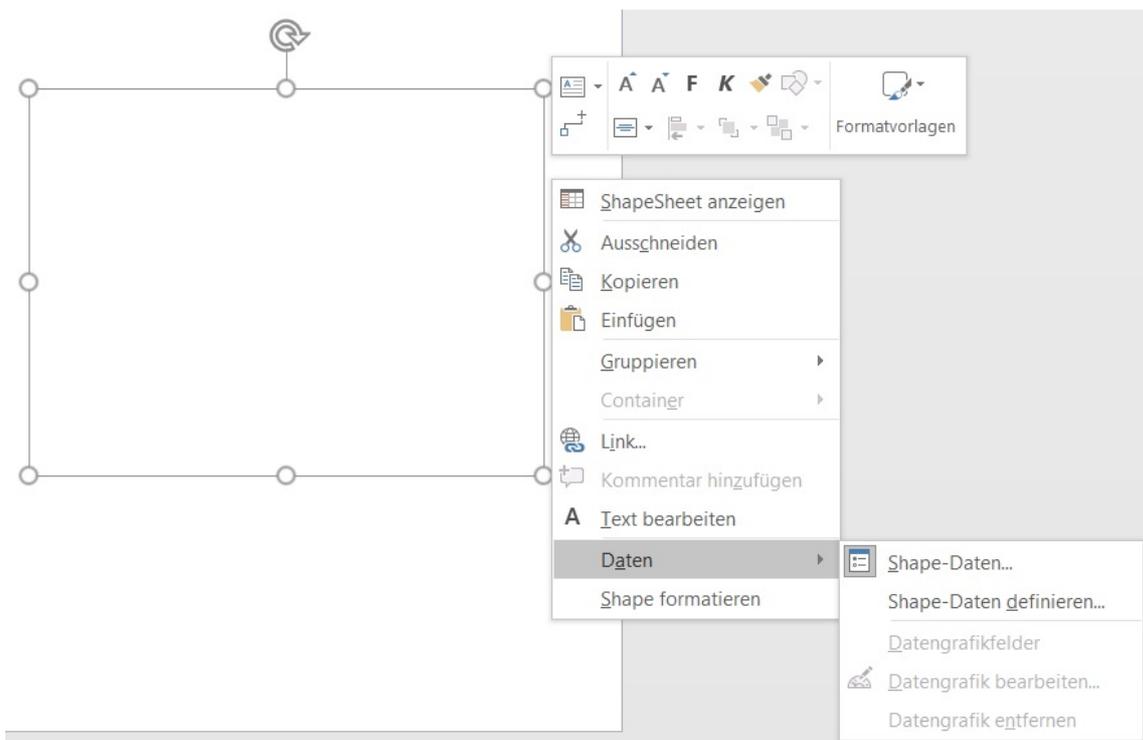


Abbildung 52: Rechtsklick auf das Rechteck im Master-Shape

Auf Abbildung 52 sind die verschiedenen Aktionen ersichtlich, die durch einen Rechtsklick auf das Rechteck ausgelöst werden können. Zuerst werden unter Daten die Shape-Daten definiert. Hierfür werden die Daten aus der Tabelle 8 mit dem passenden Namen und Typ mit der Maske aus Abbildung 53 hinzugefügt und bei einigen auch das Häkchen „Ausgeblendet“ angekreuzt.

Beschriftung	Name	Typ	Ausgeblendet
Nummer	Nummer	Nummer	Nein
Teilnummer	Teilnummer	Nummer	Ja
Bezeichnung	Bezeichnung	Zeichenkette	Nein
Attribut	Attribut	Zeichenkette	Nein
Breite	Width	Variable Liste	Nein
Höhe	Height	Variable Liste	Nein
Länge	Length	Variable Liste	Ja
LMM_Typ	LMM_Typ	Zeichenkette	Nein
LMM_Wert	LMM_Wert	Nummer	Nein
MW_Methode	MW_Methode	Nummer	Nein
MW_Overall	MW_Overall	Nummer	Nein
Position	Position	Nummer	Nein

Tabelle 8: Shape-Daten des Maschinen-Shapes

Shape-Daten definieren ×

Beschriftung:

Name:

Typ:  Sprache:

Format:  Kalender:

Wert:

Eingabeaufforderung:

Sortierschlüssel:

Beim Ablegen fragen  Ausgeblendet

Eigenschaften:

Beschriftung	Name	Typ
Eigenschaft1		Zeichenkette

Abbildung 53: Shape-Daten definieren

Nachdem die Shape-Daten definiert sind, wird mit einem erneuten Rechtsklick auf das Rechteck das „Shape-Sheet“ geöffnet, um weitere Eigenschaften des Shapes zu definieren. Hier soll definiert werden, dass bei einer Eingabe der Breite und Höhe des Shapes, beispielsweise durch einen Datenimport, das Shape nicht mehr manuell skaliert werden kann. Wenn jedoch keine Daten festgelegt werden, sollen die Abmessungen des Shapes sehr wohl manuell verstellt werden können.

Das Shape-Sheet ist in verschiedene Abschnitte unterteilt. Im ersten Abschnitt „Shape Transform“ wird in die Zellen „Width“ und „Height“ jeweils der Wert der dazugehörigen Shape-Daten eingetragen (Abbildung 54).

Shape Transform	
Width	Prop.Width
Height	Prop.Hight
Angle	0 deg

Abbildung 54: Abschnitt "Shape Transform"

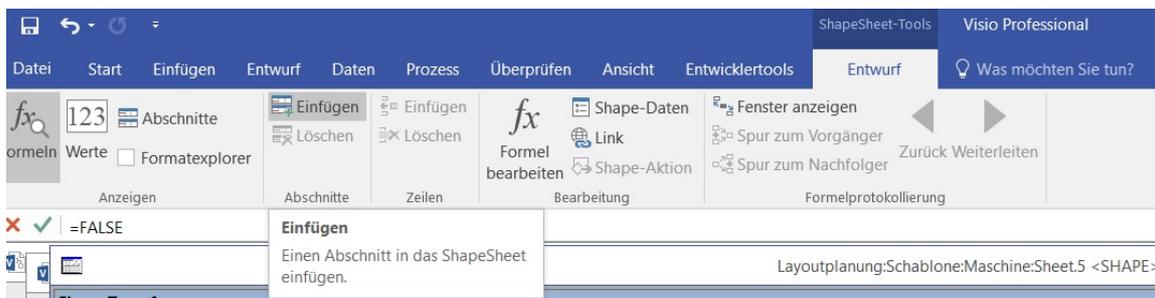


Abbildung 55: Abschnitt im Shape-Sheet einfügen

Über die Registerkarte „Entwurf“ kann ein Abschnitt eingefügt werden (Abbildung 55). Es wird so der Abschnitt „User-defined cells“ eingefügt. In diesem Abschnitt werden dann noch drei weitere Zeilen eingefügt, die dann mit den Formeln aus Tabelle 9 befüllt werden sollen. Wobei in der ersten Spalte immer nur der Text ohne „User.“ eingegeben werden muss

User-defined Cells	Value
User.IsManualWidth	=LOOKUP(Prop.Width,Prop.Width.Format)=0
User.IsManualHeight	=LOOKUP(Prop.Height,Prop.Height.Format)=0
User.SetWidth	=IF(User.IsManualWidth,0,SETF("Width","Prop.Width"))+DEPENDSON(Prop.Width)
User.SetHeight	=IF(User.IsManualHeight,0,SETF("Height","Prop.Height"))+DEPENDSON(Prop.Height)

Tabelle 9: User-defined Cells im Shape-Sheet des Maschinen-Shapes Teil 1

<p>User.SetPositionX</p>	<pre>=IF(Prop.Position="1",SETF("PinX",20 m),IF(Prop.Position="2",SETF("PinX",25 m),IF(Prop.Position="3",SETF("PinX",22.5 m),IF(Prop.Position="4",SETF("PinX",17.5 m),IF(Prop.Position="5",SETF("PinX",15 m),IF(Prop.Position="6",SETF("PinX",17.5 m),IF(Prop.Position="7",SETF("PinX",22.5 m),IF(Prop.Position="8",SETF("PinX",30 m),IF(Prop.Position="9",SETF("PinX",27.5 m),IF(Prop.Position="10",SETF("PinX",25 m),IF(Prop.Position="11",SETF("PinX",20 m),IF(Prop.Position="12",SETF("PinX",15 m),IF(Prop.Position="13",SETF("PinX",12.5 m),IF(Prop.Position="14",SETF("PinX",10 m),IF(Prop.Position="15",SETF("PinX",12.5 m),IF(Prop.Position="16",SETF("PinX",15 m),IF(Prop.Position="17",SETF("PinX",20 m),IF(Prop.Position="18",SETF("PinX",25 m),IF(Prop.Position="19",SETF("PinX",27.5 m),0))))))))))))))))))</pre>
<p>User.SetPositionY</p>	<pre>=IF(Prop.Position="1",SETF("PinY",15 m),IF(Prop.Position="2",SETF("PinY",15 m),IF(Prop.Position="3",SETF("PinY",19.3 m),IF(Prop.Position="4",SETF("PinY",19.3 m),IF(Prop.Position="5",SETF("PinY",15 m),IF(Prop.Position="6",SETF("PinY",10.7 m),IF(Prop.Position="7",SETF("PinY",10.7 m),IF(Prop.Position="8",SETF("PinY",15 m),IF(Prop.Position="9",SETF("PinY",19.3 m),IF(Prop.Position="10",SETF("PinY",23.6 m),IF(Prop.Position="11",SETF("PinY",23.6 m),IF(Prop.Position="12",SETF("PinY",23.6 m),IF(Prop.Position="13",SETF("PinY",19.3 m),IF(Prop.Position="14",SETF("PinY",15 m),IF(Prop.Position="15",SETF("PinY",10.7 m),IF(Prop.Position="16",SETF("PinY",6.4 m),IF(Prop.Position="17",SETF("PinY",6.4 m),IF(Prop.Position="18",SETF("PinY",6.4 m),IF(Prop.Position="19",SETF("PinY",10.7 m),0))))))))))))))))))</pre>

Tabelle 10: User-defined Cells im Shape-Sheet des Maschinen-Shapes Teil 2

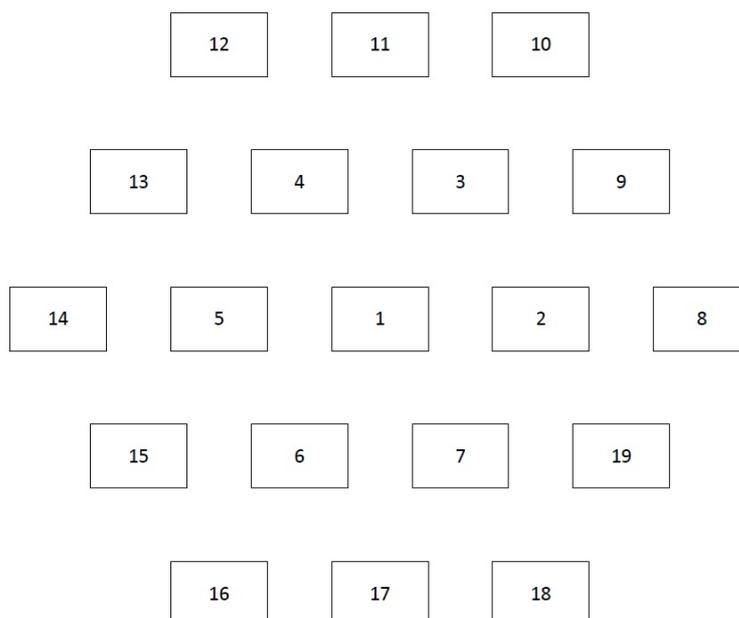
Mit den vier Formeln wird überprüft, ob eine Breite oder Höhe eingetragen ist und wenn ja, wird diese auch ausgegeben. In weiterer Folge müssen jetzt noch die Felder definiert werden, die von diesen vier Formeln aus Tabelle 9 geprüft werden. Hierzu werden die bereits hinzugefügten Shape-Daten im Shape-Sheet teilweise noch einmal verändert. Die Shape-Daten sind im nächsten Abschnitt „Shape Data“ aufgeführt. Konkret werden die beiden Zeilen „Prob.Width“ und „Prob.Heigth“ noch einmal erweitert. In den Spalten „Format“ und „Value“ werden die Daten aus Tabelle 11 eingetragen.

Shape Data	Format	Value
Prop.Width	="(Manuell skalieren);3m"	=INDEX(0,Prop.Width.Format)
Prop.Height	="(Manuell skalieren);2m"	=INDEX(0,Prop.Height.Format)

**Tabelle 11: Shape Data Einträge im Shape-Sheet**

Mit diesen Einträgen hat das Shape in den Shape-Daten Breite und Höhe jeweils zwei vorgegebene Auswahlmöglichkeiten. Beim Einfügen des Shapes ist die Ausgabe „Manuell skalieren“ ausgewählt, was das freie Skalieren des Shapes ermöglicht. Wird jedoch der vorgegebene Wert (3 m x 2 m) ausgewählt oder ein anderer eingegeben, nimmt das Shape genau diese Abmessungen an.

Durch beide Formeln aus Tabelle 10 können die einzelnen Shapes an eine bestimmte Position in einem Dreiecksmuster platziert werden. Hierfür muss nur eine Zahl zwischen 1 und 19 in das Feld „Position“ in den Shape-Daten eingetragen werden und das Shape platziert sich gemäß dem Belegungsplan aus Abbildung 56.



**Abbildung 56: Belegungsplan für die Dreiecksanordnung**

Im Abschnitt „Protection“ wird definiert, dass die Abmessungen des Shapes nicht mehr frei skaliert werden können, wenn manuelle Einträge vorhanden sind. Hierfür werden die vier Felder, wie in Tabelle 12 beschrieben, verändert.

<b>Protection</b>	
LockWidth	=GUARD(NOT(User.IsManualWidth))
LockHeight	=GUARD(NOT(User.IsManualHeight))
LockGroup	1
LockThemeEffects	1

**Tabelle 12: Schutz der Abmessungen bei vorhandenen Abmessungen**

Zusätzlich zu den Änderungen bezüglich der Abmessungen soll nun noch definiert werden, dass sich die Fläche innerhalb des Rechtecks bei unterschiedlichen LMM-Werten dementsprechend einfärbt. Dies erfolgt im Abschnitt „Fill Format“. Hier wird die Formel 16 in die Zelle „FillForegnd“ eingetragen. Dabei wird bei dem Wert 0 das Rechteck weiß ausgefüllt, bei Werten von 1-24 grün, zwischen 24 und 50 orange und bei LMM-Werten ab 50 wird die Fläche rot.

*= IF(Prop.LMM\_Wert = 0,THEMEGUARD(RGB(255,255,255)),IF(Prop.LMM\_Wert < 25,THEMEGUARD(RGB(0,176,80)),IF(Prop.LMM\_Wert < 50,THEMEGUARD(RGB(255,192,0)),THEMEGUARD(RGB(255,0,0)))))*

**Formel 16: Farbliche Gestaltung des Maschinen-Shapes abhängig vom LMM-Wert**

Als letzter Schritt wird der Abschnitt „Connection Points“ hinzugefügt. In diesem Abschnitt werden sechzehn Verbindungspunkte erstellt. In Abbildung 57 ist der ausgefüllte Abschnitt dargestellt.

Connection Points		X	Y
1		Width*1	Height*1
2		Width*0.75	Height*1
3		Width*0.5	Height*1
4		Width*0.5	Height*1
5		Width*0	Height*1
6		Width*0	Height*0.75
7		Width*0	Height*0.5
8		Width*0	Height*0.25
9		Width*0	Height*0
10		Width*0.25	Height*0
11		Width*0.5	Height*0
12		Width*0.75	Height*0
13		Width*1	Height*0
14		Width*1	Height*0.25
15		Width*1	Height*0.5
16		Width*1	Height*0.75

Abbildung 57: Shape-Sheet Abschnitt "Connection Points"

Die Verbindungspunkte sind dabei wie folgt entlang des Shape-Randes verteilt:

- In jeder Ecke befindet sich ein Verbindungspunkt
- Jede Seite wird mit drei Punkten geviertelt

Nach Abschluss all dieser Schritte kann das Shape-Sheet geschlossen werden. Während das Shape markiert ist wird unter der Registerkarte „Einfügen“ auf die Funktion „Feld“ geklickt. Dann wird aus der Kategorie „Shape-Daten“ das Feld „Nummer“ eingefügt (Abbildung 58). Das Datenformat wird dabei noch auf eine Nummer ohne Dezimalstellen geändert.

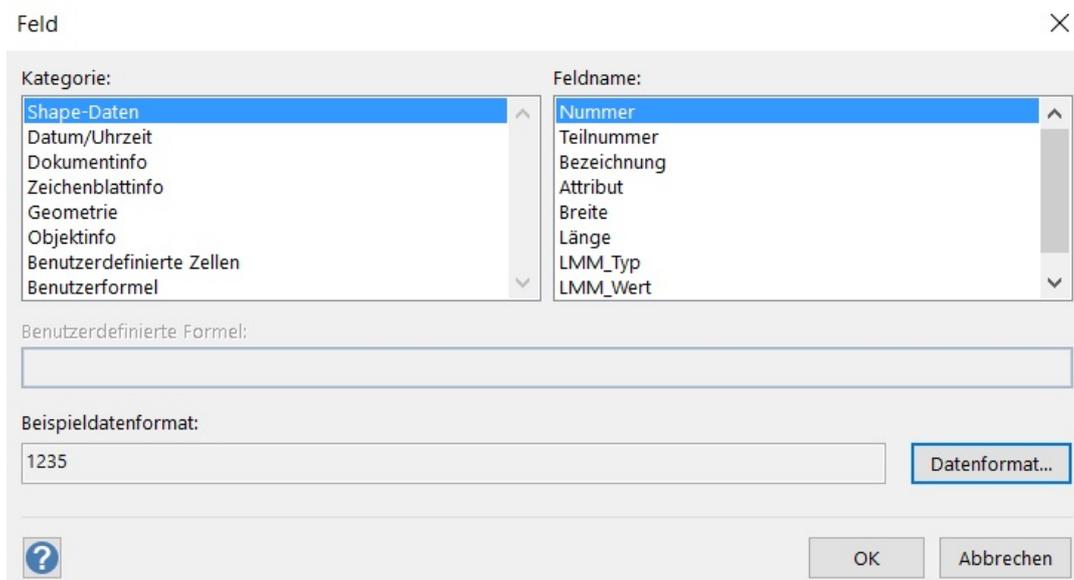


Abbildung 58: Beschriftung des Shapes einfügen

Abschließend werden noch zwei Formatierungen vorgenommen. Zum einen wird in der Registerkarte „Start“ die Schriftgröße auf 36pt. erhöht und zum anderen wird mit einem Rechtsklick auf das Shape die Funktion „Shape formatieren“ ausgeführt. Dort wird die Stärke der Line auf 2 Pt. erhöht.

Dann wird das Fenster geschlossen und die Frage nach der Aktualisierung mit ja beantwortet. Im Zeichenblatt des Layouts wird dann die Schablone gespeichert.

Für die Transportwege wird ein weiteres Master-Shape erstellt. Auch bei diesem Master-Shape werden wieder der Maßstab geändert und die Maße auf Meter umgestellt. Es wird dann eine einfache schräge Linie in das Zeichenblatt gezeichnet. Als nächstes werden Shape-Daten, wie sie in Tabelle 13 aufgelistet sind, definiert.

Beschriftung	Name	Typ	Ausgeblendet
Nummer	Nummer	Nummer	Nein
Teilnummer	Teilnummer	Nummer	Nein
Bezeichnung	Bezeichnung	Zeichenkette	Nein
Attribut	Attribut	Zeichenkette	Nein
Breite	Width	Variable Liste	Ja
Höhe	Height	Variable Liste	Ja
Länge	Length	Variable Liste	Nein
LMM_Typ	LMM_Typ	Zeichenkette	Nein
LMM_Wert	LMM_Wert	Nummer	Nein
MW_Methode	MW_Methode	Nummer	Nein
MW_Overall	MW_Overall	Nummer	Nein
Position	Position	Nummer	Nein

**Tabelle 13: Shape-Daten für das Master-Shape „Weg“**

Im nächsten Schritt wird das Shape-Sheet geöffnet, um die Dicke der Linie sowie deren Farbe zu definieren. Hierfür werden im Abschnitt „Line Format“ zwei Zellen wie in Tabelle 14 beschriftet.

Line Format	
LineWeight	15 pt
LineColor	=IF(ROUND(Width,0)=Prop.Length,IF(Prop.LMM_Wert=0,THEMEGUARD(RGB(0,0,0)),IF(Prop.LMM_Wert<25,THEMEGUARD(RGB(0,176,80)),IF(Prop.LMM_Wert<50,THEMEGUARD(RGB(255,192,0)),THEMEGUARD(RGB(255,0,0))))),THEMEGUARD(RGB(0,0,0)))

Tabelle 14: Formatierung des Master-Shape "Weg"

Die Formel in der Zelle „LineColor“ färbt die Linie in den entsprechenden Bereichen wie bei der Maschine ein. Zusätzlich wird aber noch überprüft, ob die tatsächliche Länge des Weges auch der Länge entspricht, die in die Shape-Daten eingetragen bzw. mit Daten importiert wurde. Wenn dabei keine Übereinstimmung vorliegt, färbt sich die Linie schwarz.

Auch bei dem Shape für die Wege werden noch Verbindungspunkte erstellt. Es wird hierfür wieder der Abschnitt „Connection Points“ eingefügt. Jeweils am Ende und am Anfang der Linie soll ein Verbindungspunkt sein. Der Abschnitt wird, wie in Abbildung 59 dargestellt, ausgefüllt.

Connection Points	X	Y
1	Width*0	0 m
2	Width*1	0 m

Abbildung 59: Verbindungspunkte für das Weg-Shape definieren

Abschließend wird über die Registerkarte „Einfügen“ wieder das Feld „Nummer“ eingefügt und die Schriftgröße auf 36pt erhöht. Nachdem Schließen und Aktualisieren des Master-Shapes wird die Schablone wieder gespeichert.

Ein drittes Master-Shape „LMM-Overall“ (Abbildung 60) wird für die Darstellung der LMM Gesamtbeurteilung erstellt.



Abbildung 60: Master-Shape "LMM-Overall"

Dieses Shape besteht aus denselben Shape-Daten, wie die beiden bereits beschriebenen Shapes (Tabellen 8 und 13) Jedoch sollen lediglich die „Bezeichnung“ und der „MW\_Overall“ sichtbar sein. Alle anderen Shape-Daten werden bei der Erstellung bereits ausgeblendet. Weiters werden im Abschnitt „Shape Transform“ des Shape-Sheets die Breite und Höhe des Shapes fixiert sowie die Position des Shapes

in der rechten oberen Ecke des Zeichenblattes definiert. Die nötigen Werte und Formeln dafür sind in Tabelle 15 aufgeführt.

<b>Shape Transform</b>	
Width	10 m
Height	4 m
PinX	=GUARD(ThePage!PageWidth-7 m)
PinY	=GUARD(ThePage!PageHeight-4 m)

**Tabelle 15: Abschnitt "Shape Transform" im Shape-Sheet vom LMM-Overall**

Um das Shape in der dem LMM-Wert entsprechenden Farbe einzufärben wird im Abschnitt „Fill Format“ folgende Formel in das Feld „FillForegnd“ eingetragen:

$$= IF(Prop.MW\_Overall < 0,THEMEGUARD(RGB(255,255,255)), IF(Prop.MW\_Overall < 25,THEMEGUARD(RGB(0,176,80)), IF(Prop.MW\_Overall < 50,THEMEGUARD(RGB(255,192,0)),THEMEGUARD(RGB(255,0,0))))))$$

**Formel 17: Farbausfüllung des LMM-Overall-Shapes**

Nachdem die Eingaben in das Shape-Sheet abgeschlossen sind, wird unter der Registerkarte „Einfügen“ erneut ein Feld eingefügt, das sich auf den MW-Overall aus den Shape-Daten ausgeben soll. Dabei soll das Datenformat eine Zahl mit zwei Nachkommastellen sein. Die Schriftgröße wird in der Registerkarte „Start“ auf 100pt erhöht. Mithilfe eines Doppelklicks auf die Zahl in der Mitte des Shapes wird der Text „LMM Gesamtbeurteilung“ vor die Zahl geschrieben. Dieser Text hat die Schriftgröße 48pt.

Nach Erstellen aller drei Master-Shapes wird die Schablone abgespeichert und per Rechtsklick die Bearbeitung selbiger beendet.

### 3.3.3 Die Schnittstellen

In der Schematischen Darstellung der Modellarchitektur in Abbildung 31 sind drei Schnittstellen zwischen den beiden Programmen aufgeführt. Im Wesentlichen handelt es sich allerdings nur um zwei Schnittstellen, da die Datenaktualisierung lediglich die Daten des Visio Datenimportes aus Excel aktualisiert.

- Visio Datenimport aus Excel

Wichtig für den Datenimport einer Excel Liste in Visio ist, dass die gewünschte Liste zuvor gespeichert wurde. Dann kann man in Visio bei der Registerkarte „Daten“ die Aktion „Benutzerdefinierter Import“ anklicken (Abbildung 61).

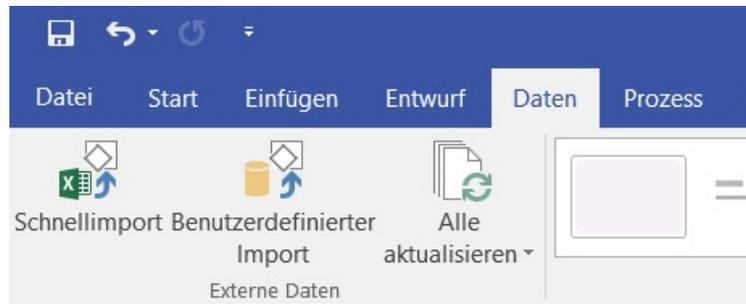


Abbildung 61: Benutzerdefinierter Import

Im ersten Schritt der Datenauswahl wird „Microsoft-Excel-Arbeitsmappe“ ausgewählt und auf „Weiter“ geklickt. Als nächstes wird die entsprechende Excel-Arbeitsmappe ausgewählt. Daraufhin wird im nächsten Schritt die Arbeitsmappe „Liste“ ausgewählt und auf den Button „Benutzerdef. Bereich auswählen.“ geklickt (Abbildung 62).

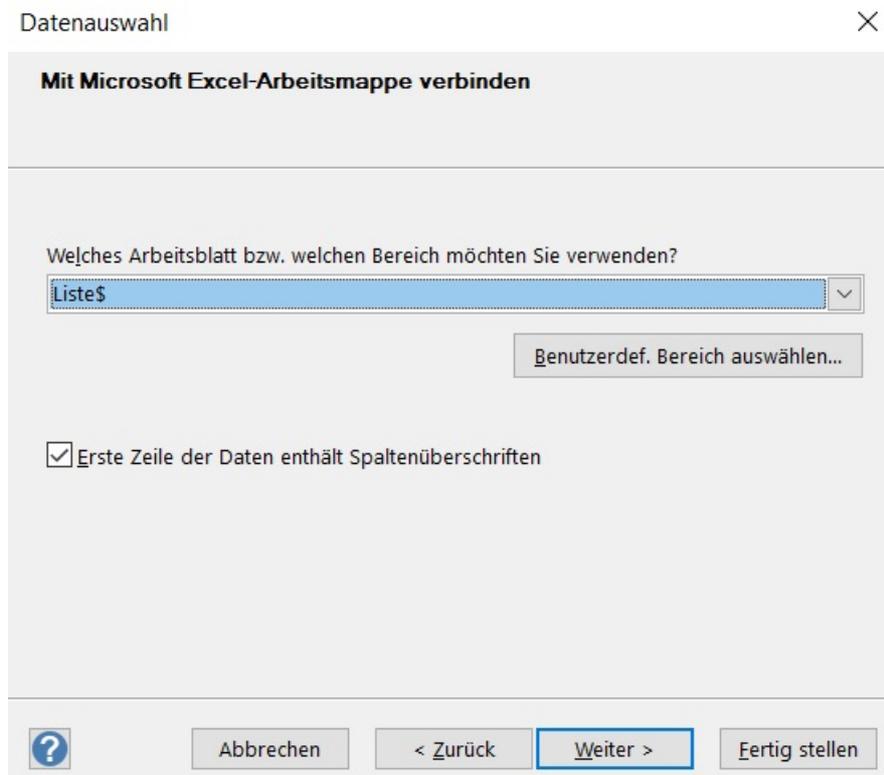


Abbildung 62: Auswahl des Arbeitsblattes

Dadurch öffnet sich ein Excel-Fenster, in dem der gewünschte Bereich ausgewählt wird (Abbildung 63).

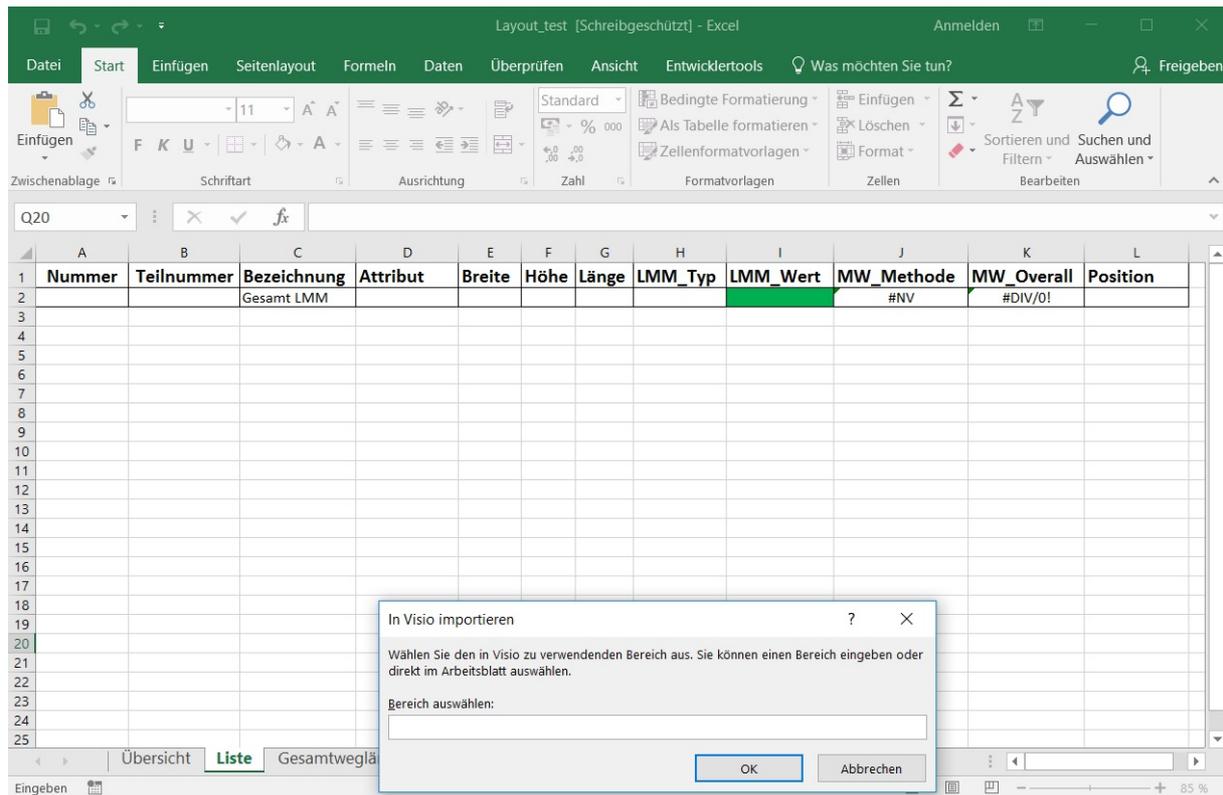


Abbildung 63: Auswahl des zu importierenden Bereiches

Durch Markieren der gesamten Tabelle und Bestätigen mittels des „OK“ Buttons wird der Bereich ausgewählt. Anschließend wird zweimal „Weiter“ geklickt. Um später eine schnelle Aktualisierung der Daten durchführen zu können, wird im nächsten Schritt der Datenauswahl das Attribut „Nummer“ als eindeutiger Bezeichner festgelegt (Abbildung 64).

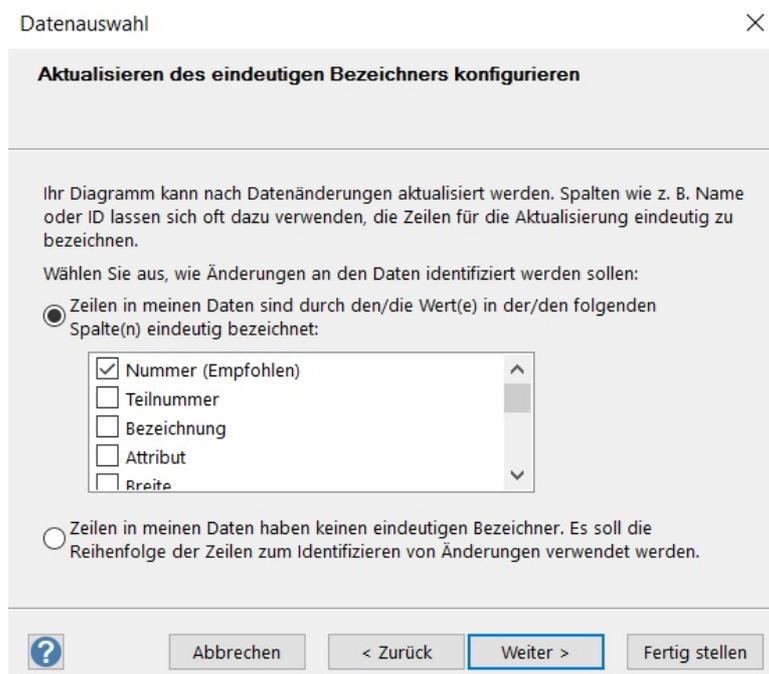


Abbildung 64: Festlegen eines eindeutigen Bezeichners

Damit ist der Datenimport dann auch abgeschlossen und sollte sich etwas ändern bei den Daten, können diese einfach per Klick auf „Alle aktualisieren“ in der Registerkarte „Daten“ (Abbildung 61) erneuert werden.

- Visio Shape-Bericht an Excel

Die zweite Schnittstelle des Modells exportiert Daten von Visio nach Excel. In der Registerkarte „Überprüfen“ gibt es die Funktion „Shape-Berichte“ (Abbildung 65).

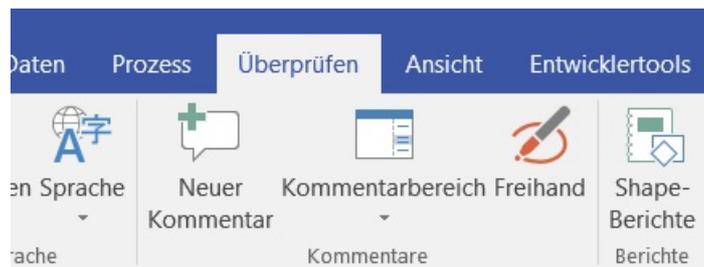


Abbildung 65: Registerkarte "Überprüfen" in MS Visio

Der Shape-Bericht wird einmal erstellt und abgespeichert und kann dann immer wieder verwendet werden. Für dieses Modell wird ein Shape-Bericht erstellt, um die einzelnen Weglängen auszulesen. Hierfür wird mit der Funktion „Shape-Berichte“ ein neuer Bericht erstellt und anschließend mithilfe des Berichtdefinitions-Assistenten definiert. Dabei wird im ersten Schritt die Option „Shapes auf dem aktuellen Zeichenblatt“ ausgewählt. Nach Ankreuzen dieser Option kann im rechten unteren Eck des Berichtdefinitions-Assistenten die Funktion „Erweitert“ geöffnet werden. Hier wird das Kriterium definiert, dass nur Shapes, bei denen in den Shape-Daten bei „Attribut“ der Text „Weg“ eingetragen ist, ausgewählt werden (Abbildung 66).

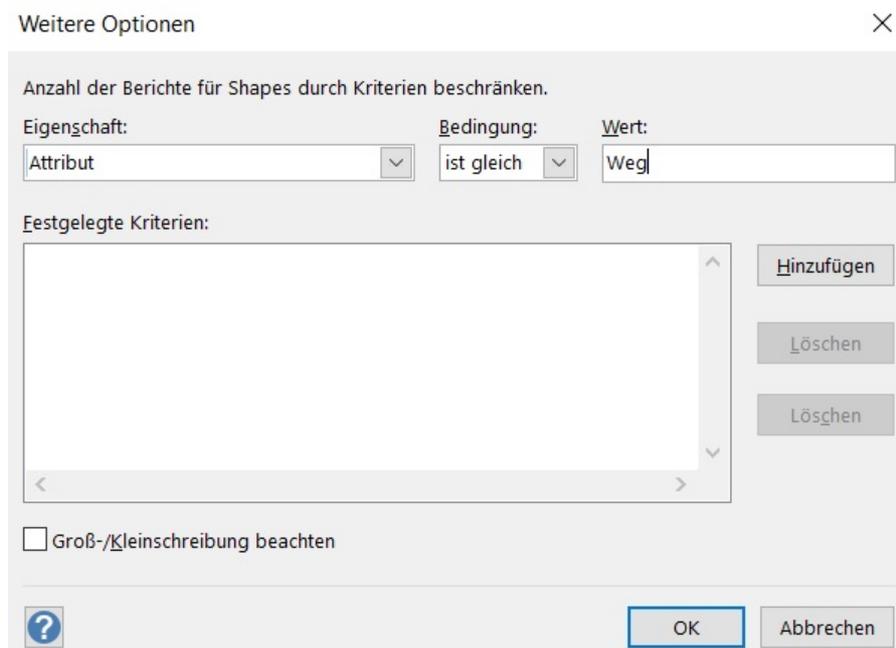


Abbildung 66: Weitere Option zu Shape-Auswahl

Daraufhin werden im zweiten Schritt die Eigenschaften definiert, die im Bericht erfasst werden sollen. Hierfür werden folgenden fünf Eigenschaften angekreuzt:

- <Breite>
- Attribut
- Bezeichnung
- Nummer
- Teilnummer

Die letzten vier dieser fünf Eigenschaften sind Shape-Daten, die selber hinzugefügt wurden. Die erste Eigenschaft aber meldet die tatsächliche Breite des Shapes zurück, beim Weg-Shape ist dies die Länge. Im nächsten Schritt wird dann der Berichtstitel „Gesamtweglängenabfrage“ eingetragen. Ebenfalls stehen hier noch drei weitere Einstellmöglichkeiten zur Verfügung, die auch genutzt werden. Bei der Funktion „Teilsummen“ wird nach der Eigenschaft „Nummer“ gruppiert und bei der Eigenschaft „<Breite>“ wird ein Häkchen in der Gesamtspalte gesetzt, um eine Summe der einzelnen Weg Teile zu bekommen (Abbildung 67).

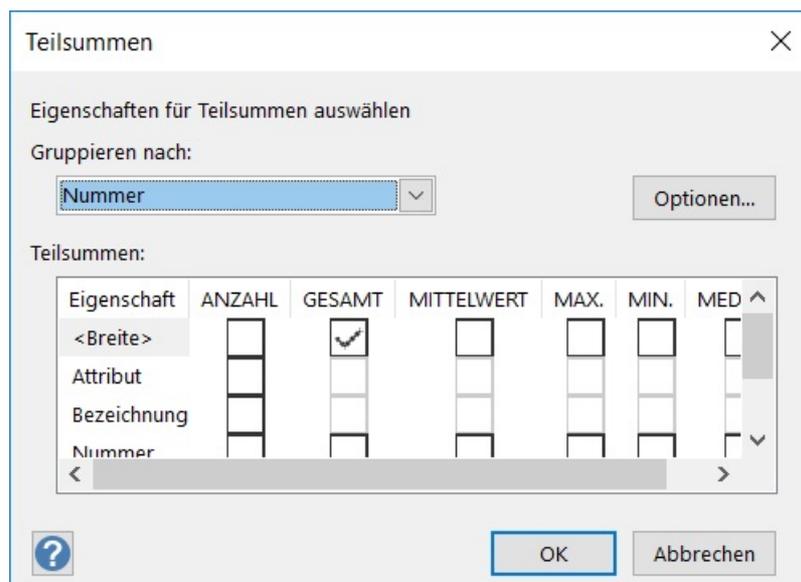


Abbildung 67: Teilsummen im Shape-Bericht festlegen

In der zweiten Funktion (Sortieren) wird die Reihenfolge der Spalten festgelegt. Dabei ist am Anfang automatisch die Spalte „Nummer“, da nach dieser gruppiert wird. Für die restlichen vier Eigenschaften wird folgende Reihenfolge festgelegt:

1. Teilnummer
2. Bezeichnung
3. Attribut
4. <Breite>

Die Funktion „Format“ gibt die Möglichkeit, die ausgelesenen Daten zu formatieren. Dabei wird festgelegt, dass die Daten ohne Nachkommastellen und mit Einheiten angezeigt werden sollen (Abbildung 68).

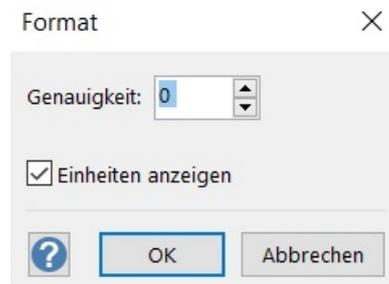


Abbildung 68: Formatierung der Daten im Shape-Bericht

Als abschließender Punkt wird noch der Name „Gesamtweglängenabfrage“ eingegeben und der Shape-Bericht fertig gestellt. Beim Ausführen des erstellten Berichtes muss lediglich noch bestätigt werden, dass das Berichtformat Excel sein soll, dann wird der Bericht wie in Abbildung 69 dargestellt.

	A	B	C	D	E	F
1	<b>Gesamtweglängenabfrage</b>					
2		<b>Nummer</b>	<b>Teilnummer</b>	<b>Bezeichnung</b>	<b>Attribut</b>	<b>Breite</b>
3		201	1	Beispiel 1	Weg	12 m
4	<b>Gesamt</b>					12 m
5		202	1	Beispiel 2	Weg	9 m
6		202	2	Beispiel 2	Weg	12 m
7		202	3	Beispiel 2	Weg	3 m
8		202	4	Beispiel 2	Weg	6 m
9	<b>Gesamt</b>					30 m

Abbildung 69: Shape-Bericht "Gesamtweglängenabfrage"

### 3.4 Zusammenfassung und Fazit

In Kapitel 3 ist ein Prototyp entwickelt worden, der umfassende Möglichkeiten bietet. Dabei wurden, mit MS Excel und MS Visio, zwei Programme verwendet, die oftmals bereits bekannt sind oder relativ einfach erlernt werden können. Auch durch die von beiden Programmen unterstützte VBA Programmierung kann mit wenigen Programmierkenntnissen relativ viel ausgerichtet werden. Genau diese VBA Programmierung ermöglicht es, dass viele Abläufe automatisch im Hintergrund erledigt werden und die gesamte Anwendung des Prototyps in wenigen manuellen Schritten absolviert werden kann.

Funktionell gesehen, konnten die anfänglich festgelegten Pflichten und Wünsche alle realisiert werden und dadurch die Möglichkeit geschaffen werden, im nachfolgenden Kapitel eine Proof of Concept Demonstration durchzuführen.

## 4 Evaluierung des Planungsmodells

In Kapitel 4 wird ein USE-Case bei der Firma EVVA Sicherheitstechnologie GmbH gestaltet, an dem das im vorhergegangenen Kapitel entwickelte Planungsmodell getestet wird. Anschließend werden die Ergebnisse dieses Testlaufes analysiert und bewertet.

### 4.1 Konzeption eines USE-Cases (EVVA)

Die EVVA Sicherheitstechnologie GmbH ist ein österreichisches Familienunternehmen und europaweit einer der führenden Hersteller von Zutrittslösungen im mechanischen und elektronischen Bereich. Dabei ist es eine Stärke von EVVA, dass jeder Wunsch des Kunden erfüllt wird. Dieser Umstand führt dazu, dass es bei EVVA ein sehr umfangreiches Produktportfolio gibt. Dieses setzt sich aus einigen Standardvarianten sowie zahlreichen Kleinserien und Sondervarianten zusammen. Die Standardprodukte bei EVVA werden meist in wenigen Arbeitsschritten auf großen vollautomatisierten Maschinen gefertigt. Für die kleineren Serien und Sondervarianten werden jedoch viele Arbeitsschritte benötigt. Diese sind dann auch größtenteils nicht automatisiert.

Neben den zahlreichen manuellen bzw. halbautomatischen Arbeitsschritten kommt als zweite Komponente bei EVVA noch hinzu, dass das Unternehmen und damit auch das Werk stets gewachsen sind. Dadurch sind die Maschinen nicht entlang der Fertigungslinie angeordnet, sondern teilweise quer durch das Werk verteilt. Bei Anschaffung einer neuen Maschine wird diese einfach an einer noch freien Stelle platziert. Ein weiterer Umstand, der zu dieser Verteilung der Maschinen beiträgt, ist, dass Maschinen oftmals für mehrere Systeme und Varianten verwendet werden können. Durch diese Verteilung im Werk ergeben sich zahlreiche Wege, die von der Ware zurückgelegt werden müssen.

### 4.2 Bildung von Versuchs- und Testszenarios

Zur Proof of Concept Demonstration mithilfe des entwickelten Planungsmodells aus Kapitel 3 wird die Fertigung des Schließsystems ICS (Innen-Codiert-System) in der Variante VdS (Vertrauen durch Sicherheit) mit vernickelter Oberfläche untersucht. Von dieser Variante werden pro Jahr etwa zehntausend Stück Kerne und Gehäuse gefertigt. Dazu werden noch etwa zwanzigtausend Schlüssel produziert.

Im Detail werden drei Komponenten des Schließsystems differenziert betrachtet. Dies sind der Schlüssel, das Gehäuse und der Kern. In das Modell werden dann alle drei Fertigungsabläufe gemeinsam eingegeben, um auch auf die gemeinsam genutzten Maschinen Rücksicht zu nehmen. Auch zu beachten ist hierbei, dass der Materialfluss

bei den Gehäusen und Kernen von einem Mitarbeiter bewältigt wird. Ein weiterer Mitarbeiter kümmert sich separat um den Materialfluss der Schlüssel.

Im Folgenden werden die einzelnen Arbeitsschritte der drei Komponenten kurz beschrieben:

#### 4.2.1 Fertigungsablauf des Schlüssels

1. **Längsprofilfräsen:** Mithilfe einer vollautomatischen Maschine wird das Längsprofil in den Schlüsselrohling gefräst. Die Befüllung und Entnahme der Schlüssel erfolgt jeweils als Schüttgut in Kisten mit 1000 Stück. Per Knopfdruck wird die Maschine gestartet.
2. **Waschen:** Das Waschen der Schlüssel erfolgt ebenfalls von einer vollautomatisierten Maschine, die per Knopfdruck gestartet wird und deren Befüllung und Entnahme wieder jeweils als Schüttgut in Kisten mit 1000 Stück erfolgt.
3. **Einlagerung:** Nach den ersten beiden Arbeitsvorgängen werden die Schlüssel in einem Shuttle in der Schlüsselabteilung als Schüttgut in Kisten mit 2000 Stück eingelagert.
4. **Prägen:** Die Schlüssel werden in diesem Schritt mit einer vollautomatisierten Maschine geprägt, welche per Knopfdruck gestartet wird. Befüllung der Maschine mit Schüttgut in Kisten mit 2000 Stück. Die Entnahme der Schlüssel erfolgt in aufgeschichteten Stapeln zu je 100 Stück.
5. **Codierung:** Die auftragsspezifische Codierung der Schlüssel erfolgt ebenfalls vollautomatisiert. Dabei erhält die Maschine alle nötigen Informationen bereits aus dem System und wird durch die Auswahl des Auftrages via Touchscreen gestartet. Befüllt wird die Maschine mit den zuvor aufgeschichteten Stapeln. Zur Entnahme sind die Schlüssel zu einem Bund zusammengefasst, der bereits die Größe des jeweiligen Auftrages ausmacht und zwischen 3 und 200 Schlüssel umfasst.
6. **Entgraten:** Zum Entgraten der Schlüssel in der Schleiferei werden die zu Bündeln zusammengefassten Schlüssel in die Entgratungsmaschine eingelegt und dann per Knopfdruck die Maschine gestartet. Nach Beendigung des Entgratungsvorganges muss der obere Teil der Maschine weggekippt werden, um die Schlüsselbünde von den Kieselsteinen zu befreien. Nach Entnahme der Bündel wird der obere Teil wieder zurück gekippt.
7. **Einlagerung:** Abschließend werden die Schlüssel bundweise in den Shuttle in der Montage eingelagert.

## 4.2.2 Fertigungsablauf des Gehäuses

1. **Rundtaktmaschine:** Die Rundtaktmaschine wird von einem Stapler mit drei Meter langem Stangenmaterial befüllt. Nach der Vollautomatischen Fertigung werden die Gehäuse in Kisten mit etwa 700 Stück entnommen.
2. **Umschichten:** Die Gehäuse werden im zweiten Schritt einmal umgeschichtet und dabei abgeklopft um Späne abzuschütteln. Einsortiert werden sie dabei wieder in Kisten mit etwa 700 Stück.
3. **Einlagerung:** In einem Zwischenlager werden die Gehäuse in den Kisten mit etwa 700 Stück eingelagert.
4. **Vernieten:** Jedes einzelne Gehäuse wird mit der rechten Hand in die Maschine eingelegt und anschließend mit der linken Hand per Knopfdruck das Vernieten gestartet. Danach wird das Gehäuse mit der linken Hand wieder entnommen und in eine Kiste mit etwa 700 Stück gelegt.
5. **Gehäusemodulmaschine:** Als Schüttgut werden die Gehäuse der vollautomatisierten Gehäusemodulmaschine zugeführt. Von der Maschine werden die Innenräumung, die Räumung der Stirnseite und die Prägung durchgeführt. Bei Ausgabe der Gehäuse werden diese per Roboter in Metallträger mit 126 Stück einsortiert.
6. **Mantelschleifen:** Die Metallträger mit den Gehäusen werden zum Mantelschleifen an der Vorderseite der Maschine eingelegt und auf der Rückseite wieder entnommen. Der Schleifvorgang läuft dabei vollautomatisch ab.
7. **Galvanik:** Die Gehäuse werden mithilfe von Vorrichtungen reihenweise auf Träger der Galvanik umgeschichtet. Nach dem Vernickeln werden die Gehäuse ebenfalls reihenweise in Kunststoffbehälter mit 126 Stück umgeschichtet.
8. **Aufbohrsicherung:** Mit der rechten Hand wird jedes Gehäuse einzeln eingelegt. Anschließend wird mit der linken Hand eine Kugel platziert, die dann per Hebel mit der rechten Hand eingepresst wird. Abschließend wird das Gehäuse mit der linken Hand wieder in den Kunststoffbehälter à 125 Stück geschichtet.
9. **Einlagerung:** Zum Schluss werden die Kunststoffbehälter in den Shuttle bei der Montage eingelagert.

## 4.2.3 Fertigungsablauf des Kernes

1. **Stangenschneiden:** Drei Meter langes Stangenmaterial (ca. 5 kg) wird in eine Säge eingelegt und auf ein Meter lange Stücke zugeschnitten.
2. **CNC-Maschine:** Die ein Meter langen Stangen werden in die CNC-Maschine eingelegt. Anschließend wird die CNC-Bearbeitung per Knopfdruck gestartet. Die Ausgabe der gefertigten Kerne erfolgt als Schüttgut. Vorort werden die

- Kerne dann in Metallgitter à 330 Stück umgeschichtet und zwei solche Metallgittern in eine Kiste zusammengefasst.
3. **Waschen:** Zum Waschen der Kerne wird immer ein Metallgitter mit 330 Stück in die Maschine eingelegt und diese dann per Knopfdruck gestartet. Anschließend wird das Gitter wieder entnommen.
  4. **Umschichten:** Die gewaschenen Kerne werden aus den Metallgittern in Kunststoffboxen a 204 Stück umgeschichtet.
  5. **Einlagerung:** Die Kerne werden in Kunststoffboxen à 204 Stück im Zwischenlager eingelagert.
  6. **Sperrkanalräumung:** Zur Räumung des Sperrkanales wird jeder Kern einzeln mit der rechten Hand eingelegt und dann die Räumung per Startknopf durchgeführt. Anschließend wird der Kern mit der linken Hand wieder in einen Kunststoffbehälter mit 204 Stück geschichtet.
  7. **Schlüsselprofilräumung:** Zur Räumung des Schlüsselprofils wird jeder Kern einzeln mit der rechten Hand eingelegt und dann die Räumung per Startknopf durchgeführt. Anschließend wird der Kern mit der linken Hand wieder in einen Kunststoffbehälter mit 204 Stück geschichtet.
  8. **Schleiferei:** Zum Schleifen der Stirnseite werden mit beiden Händen immer jeweils ein Kern in eine Vorrichtung für insgesamt vier Kerne eingelegt. Daraufhin wird der Schleifvorgang per Knopfdruck mit der rechten Hand gestartet. Abschließend werden dann die Kerne wieder mit beiden Händen in einen Kunststoffbehälter mit 204 Stück sortiert.
  10. **Galvanik:** Die Kerne werden mithilfe von Vorrichtungen reihenweise auf Träger der Galvanik umgeschichtet. Nach dem Vernickeln werden die Kerne wieder reihenweise in Kunststoffbehälter mit 204 Stück umgeschichtet.
  9. **Aufbohrsicherung:** Mit der Pinzette werden in jeden Kern zwei Stifte als Aufbohrsicherung eingeklebt. Entnommen und abgelegt werden sie aus bzw. in die Kunststoffbehälter.
  10. **Entgraten:** Jeder Kern wird einzeln mit der rechten Hand in die Maschine eingelegt und per Knopfdruck wird das Entgraten durchgeführt. Anschließend wird der Kern mit der linken Hand wieder in einen Kunststoffbehälter sortiert.
  11. **Einlagerung:** Zum Schluss werden die Kunststoffbehälter in den Shuttle bei der Montage eingelagert.

### 4.3 Durchführen der Versuchs- und Testszenarios

Das Testszenario wird auf zwei Arten durchgeführt. Zuerst werden alle Arbeitsvorgänge, Maschinen und Wege einzeln im Detail analysiert, um konkrete Problemstellungen aufzuzeigen. In einem zweiten Anlauf werden dann einige Maschinen und Arbeitsvorgänge, die räumlich und fachlich zusammengehören, zu Bearbeitungszentren zusammengefasst, um dann mit dem Dreiecksverfahren von

Schmigalla zu analysieren, wie diese Bearbeitungszentren zueinander angeordnet sein sollen. Das Dreiecksverfahren kann auch in der Detailsicht angewendet werden, hat aber für dieses Beispiel bei der Firma EVVA keinen Nutzen, da die einzelnen Maschinen für eine Vielzahl an Varianten verwendet werden können und daher nicht aufgrund der Betrachtung einer Variante sinnvoll platziert werden können.

### 4.3.1 Detailszenario

Zu Beginn des Detailszenarios werden die Daten der Maschinen und Arbeitsvorgänge aufgenommen. Neben den benötigten Eigenschaften - wie Nummer, Bezeichnung, Attribut, Breite und Höhe – wird auch die passende Leitmerkalmethode ausgewählt. Ebenso werden, wenn erforderlich, das anfallende Gewicht sowie die damit verbundene Stückzahl bestimmt. Auch das Geschlecht der ausführenden Person wird notiert. Die Daten für Schlüssel, Gehäuse und Kerne sind in den Tabellen 16-18 aufgelistet. Die Nummerierung für die Maschinen der Schlüssel beginnen bei 101, für die Gehäuse bei 131 und bei den Kernen bei 161.

Nummer	Bezeichnung	Attribut	Breite	Höhe	LMM-Typ	M/W	Gewicht pro Einheit	Stück pro Einheit
101	Längsprofilfräsen	Maschine	2 m	2,2 m	HHT	M	22 kg	1000
102	Waschen	Maschine	2 m	1,5 m	HHT	M	22 kg	1000
103	Einlagerung	Shuttle	5 m	2 m	HHT	M	44 kg	2000
104	Prägen	Maschine	1,4 m	1,7 m	HHT	M	44 kg	2000
105	Codierung	Maschine	2,4 m	3,6 m	MAP	W	X	X
106	Entgraten	Maschine	2 m	1,3 m	MAP	W	X	X
107	Einlagerung	Shuttle	15 m	2,5 m	HHT	M	<1 kg	10 – 200

Tabelle 16: Maschinen-Daten für die Schlüsselfertigung

Nummer	Bezeichnung	Attribut	Breite	Höhe	LMM-Typ	M/W	Gewicht pro Einheit	Stück pro Einheit
131	Rundtakt	Maschine	13 m	5 m	HHT	M	50 kg	700
132	Umschichten	Arbeitsvorgang	2 m	2 m	MAP	M	X	X
133	Einlagerung	Zwischenlager	1,5 m	20 m	HHT	M	50 kg	700
134	Vernieten	Maschine	2 m	2 m	MAP	M	X	X
135	Gehäusemodule	Maschine	2,5 m	7 m	HHT	M	50 kg	700
136	Mantelschleifen	Maschine	3 m	3 m	HHT	W	11 kg	126
137	Galvanik	Maschine	10 m	4 m	MAP	W	X	X
138	Aufbohrsicherung	Maschine	2 m	2 m	MAP	M	X	X
107	Einlagerung	Shuttle	15 m	2,5 m	HHT	M	11 kg	126

Tabelle 17: Maschinen-Daten für die Gehäusefertigung

Nummer	Bezeichnung	Attribut	Breite	Höhe	LMM-Typ	M/W	Gewicht pro Einheit	Stück pro Einheit
161	Stangenschneiden	Maschine	3 m	5,6 m	HHT	M	6 kg	60
162	CNC-Maschine	Maschine	3 m	2,5 m	MAP	M	X	X
163	Waschen	Maschine	4,5 m	2,3 m	HHT	W	13 kg	330
164	Umschichten	Arbeitsvorgang	2 m	2 m	MAP	M	X	X
133	Einlagerung	Zwischenlager	1,5 m	20 m	HHT	M	8 kg	204
165	Sperrkanalräumung	Maschine	1,5 m	2 m	MAP	M	X	X
166	Schlüsselprofilräumung	Maschine	1,5 m	3,5 m	MAP	W	X	X
167	Schleiferei	Maschine	2 m	1,5 m	MAP	W	X	X
137	Galvanik	Maschine	10 m	4 m	MAP	W	X	X
168	Aufbohrsicherung	Arbeitsvorgang	1,8 m	1,5 m	MAP	W	X	X
169	Entgraten	Maschine	1,5 m	3,5 m	MAP	W	X	X
107	Einlagerung	Shuttle	15 m	2,5 m	HHT	M	8 kg	204

**Tabelle 18: Maschinen-Daten für die Kernfertigung**

Im Zuge dieser Datenaufnahme an den einzelnen Arbeitsstationen wird auch der Arbeitsvorgang analysiert und der passende Leitmerkmalebogen ausgefüllt. Nachdem alle Daten aufgenommen und die Leitmerkmalebögen ausgefüllt sind, werden die Daten und LMM-Bögen in das Excel-Sheet eingetragen. Die ausgefüllten LMM-Bögen sowie alle vollständigen Listen werden im Anhang beigefügt. In Abbildung 70 ist die Liste abgebildet, die sich durch das Einfügen aller Daten ergibt.

Nummer	Teilnummer	Bezeichnung	Attribut	Breite	Höhe	Länge	LMM_Typ	LMM_Wert	MW_Methode	MW_Overall
101		Längsprofilfräsen	Maschine	2 m	2,2 m		HHT	9	11,27	22,58
102		Waschen	Maschine	2 m	1,5 m		HHT	14	11,27	22,58
103		Einlagerung	Shuttle	5 m	2 m		HHT	56	11,27	22,58
104		Prägen	Maschine	1,4 m	1,7 m		HHT	56	11,27	22,58
105		Codierung	Maschine	2,4 m	3,6 m		MAP	8	29,49	22,58
106		Entgraten	Maschine	2 m	1,3 m		MAP	23	29,49	22,58
107		Einlagerung	Shuttle	15 m	2,5 m		HHT	20	11,27	22,58
131		Rundtakt	Maschine	13 m	5 m		HHT	60	11,27	22,58
132		Umschichten	Arbeitsvorgang	2 m	2 m		MAP	24	29,49	22,58
133		Einlagerung	Zwischenlager	1,5 m	20 m		HHT	60	11,27	22,58
134		Vernieten	Maschine	2 m	2 m		MAP	30	29,49	22,58
135		Gehäusemodule	Maschine	2,5 m	7 m		HHT	24	11,27	22,58
136		Mantelschleifen	Maschine	3 m	3 m		HHT	28	11,27	22,58
137		Galvanik	Maschine	10 m	4 m		MAP	48	29,49	22,58
138		Aufbohrsicherung	Maschine	2 m	2 m		MAP	44	29,49	22,58
161		Stangenschneiden	Maschine	3 m	5,6 m		HHT	28	11,27	22,58
162		CNC-Maschine	Maschine	3 m	2,5 m		MAP	26,25	29,49	22,58
163		Waschen	Maschine	4,5 m	2,3 m		HHT	28	11,27	22,58
164		Umschichten	Arbeitsvorgang	2 m	2 m		MAP	24	29,49	22,58
165		Sperrkanalräumung	Maschine	1,5 m	2 m		MAP	30	29,49	22,58
166		Schlüsselprofilräum	Maschine	1,5 m	3,5 m		MAP	20	29,49	22,58
167		Schleiferei	Maschine	2 m	1,5 m		MAP	40,5	29,49	22,58
168		Aufbohrsicherung	Arbeitsvorgang	1,8 m	1,5 m		MAP	31,5	29,49	22,58
169		Entgraten	Maschine	1,5 m	3,5 m		MAP	23	29,49	22,58

Abbildung 70: Liste unter ausschließlicher Betrachtung der Maschinen

Nachdem Starten der Visio-Datei wird das Layout des EVVA-Werkes im Hintergrund des Zeichenblattes eingefügt. Anschließend wird die Liste mit den Maschinendaten aus Excel importiert. Die Daten werden mit Maschinen-Shapes verknüpft und an der richtigen Stelle im Layout platziert (Abbildung 71). Auch die LMM-Gesamtbeurteilung ist gemeinsam mit einer Skala Angabe bereits oben rechts platziert.



Abbildung 71: Layoutdarstellung mit nur Maschinen

Im nächsten Schritt werden die Daten der Wege zwischen den Maschinen aufgenommen, damit diese in Visio eingefügt werden können. Analog zu den Maschinen beginnen die Nummern für die Wege für die Schlüssel bei 201, die Gehäuse bei 231 und für die Kerne bei 261. Bei den Wegen wird neben den Eigenschaften, wie Nummer, Bezeichnung und Attribut, auch wieder die Leitmerkmalmethode bestimmt. Ebenfalls werden hier wieder das Geschlecht der arbeitenden Person, das Gewicht der zu bewegenden Ware sowie die damit verbundene Stückzahl erfasst. Zusätzlich wird auch noch festgelegt wo der Weg beginnt und wo er hinführt. Die Daten für Schlüssel, Gehäuse und Kerne sind in den Tabellen 19-21 aufgeführt. Im Zuge dieser Datenaufnahme werden auch wieder die Arbeitsvorgänge analysiert und die entsprechenden LMM-Bögen ausgefüllt.

Nummer	Bezeichnung	Attribut	von	nach	LMM-Typ	M/W	Gewicht pro Einheit	Stück pro Einheit
201	Schlüssel 1	Weg	101	102	HHT	M	22 kg	1000
202	Schlüssel 2	Weg	102	103	HHT	M	22 kg	1000
203	Schlüssel 3	Weg	103	104	HHT	M	44 kg	2000
204	Schlüssel 4	Weg	104	105	HHT	W	1,25 kg	500
205	Schlüssel 5	Weg	105	106	ZS	M	110 kg	5000
206	Schlüssel 6	Weg	106	107	ZS	M	110 kg	5000

Tabelle 19: Weg-Daten für die Schlüsselfertigung

Nummer	Bezeichnung	Attribut	von	nach	LMM-Typ	M/W	Gewicht pro Einheit	Stück pro Einheit
231	Gehäuse 1	Weg	132	133	ZS	M	420 kg	5600
232	Gehäuse 2	Weg	133	134	ZS	M	220 kg	2800
233	Gehäuse 3	Weg	134	135	HHT	M	50 kg	700
234	Gehäuse 4	Weg	135	136	ZS	M	180 kg	2000
235	Gehäuse 5	Weg	136	137	ZS	W	33 kg	350
236	Gehäuse 6	Weg	137	138	ZS	M	180 kg	2000
237	Gehäuse 7	Weg	138	107	ZS	M	180 kg	2000

Tabelle 20: Weg-Daten für die Gehäusefertigung

Nummer	Bezeichnung	Attribut	von	nach	LMM-Typ	M/W	Gewicht pro Einheit	Stück pro Einheit
261	Kern 1	Weg	161	162	ZS	M	90 kg	900
262	Kern 2	Weg	162	163	ZS	M	140 kg	3600
263	Kern 3	Weg	163	164	ZS	M	140 kg	3600
264	Kern 4	Weg	164	133	ZS	M	125 kg	3200
265	Kern 5	Weg	133	165	ZS	M	125 kg	3200
266	Kern 6	Weg	165	166	ZS	M	125 kg	3200
267	Kern 7	Weg	166	167	ZS	M	125 kg	3200
268	Kern 8	Weg	167	137	HHT	W	28 kg	800
269	Kern 9	Weg	137	168	ZS	M	125 kg	3200
270	Kern 10	Weg	168	169	HHT	W	28 kg	800
271	Kern 11	Weg	169	107	ZS	M	125 kg	3200

**Tabelle 21: Weg-Daten für die Kernfertigung**

Nach Aufnahme dieser Daten werden die Wege im Visio mit einzelnen Abschnitten eingefügt und mit den Maschinen verbunden. Dabei werden folgende Eigenschaften bereits in die Shape-Daten eingetragen: Nummer, Teilnummer, Bezeichnung und Attribut. Wenn alle Daten eingetragen sind, wird der Shape-Bericht „Gesamtweglängenabfrage“ durchgeführt und so die Daten aller Wege und ihrer Abschnitte samt den Längen aus Visio in eine Excel-Liste exportiert. In Abbildung 72 ist ein Ausschnitt (Wege der Schlüsselfertigung) dieses Shape-Berichtes dargestellt. Der vollständige Bericht befindet sich im Anhang.

<b>Gesamtweglängenabfrage</b>					
	<b>Nummer</b>	<b>Teilnummer</b>	<b>Bezeichnung</b>	<b>Attribut</b>	<b>Breite</b>
	201	1	Schlüssel 1	Weg	8 m
<b>Gesamt</b>					8 m
	202	1	Schlüssel 2	Weg	9 m
	202	2	Schlüssel 2	Weg	8 m
	202	3	Schlüssel 2	Weg	3 m
	202	4	Schlüssel 2	Weg	3 m
<b>Gesamt</b>					25 m
	203	1	Schlüssel 3	Weg	8 m
<b>Gesamt</b>					8 m
	204	1	Schlüssel 4	Weg	3 m
	204	2	Schlüssel 4	Weg	6 m
	204	3	Schlüssel 4	Weg	10 m
	204	4	Schlüssel 4	Weg	13 m
<b>Gesamt</b>					32 m
	205	1	Schlüssel 5	Weg	41 m
	205	2	Schlüssel 5	Weg	20 m
	205	3	Schlüssel 5	Weg	21 m
	205	4	Schlüssel 5	Weg	3 m
<b>Gesamt</b>					85 m
	206	1	Schlüssel 6	Weg	3 m
	206	2	Schlüssel 6	Weg	21 m
	206	3	Schlüssel 6	Weg	20 m
	206	4	Schlüssel 6	Weg	60 m
	206	5	Schlüssel 6	Weg	17 m
	206	6	Schlüssel 6	Weg	11 m
	206	7	Schlüssel 6	Weg	7 m
<b>Gesamt</b>					139 m

Abbildung 72: Ausschnitt aus dem Shape-Bericht

Mit den zuvor aufgenommenen Daten aus den Tabellen 19-21, den ausgelesenen Weglängen im Shape-Bericht und den ausgefüllten LMM-Bögen sind alle Daten vorhanden, um die Wege und ihre Abschnitte in die Excel-Liste einzupflegen. Nachdem diese Daten in Excel integriert sind, werden die importierten Daten im Visio aktualisiert. Die neu hinzugekommenen Daten der Wege werden mit den passenden Shapes verknüpft. Damit ist die Schleife abgeschlossen und die Wege färben sich entsprechend ihres LMM-Wertes ein. In Abbildung 73 ist die finale Layoutdarstellung, in Abbildung 74 die Liste der Maschinen und in Abbildung 75 die Liste der Gesamtwege abgebildet.

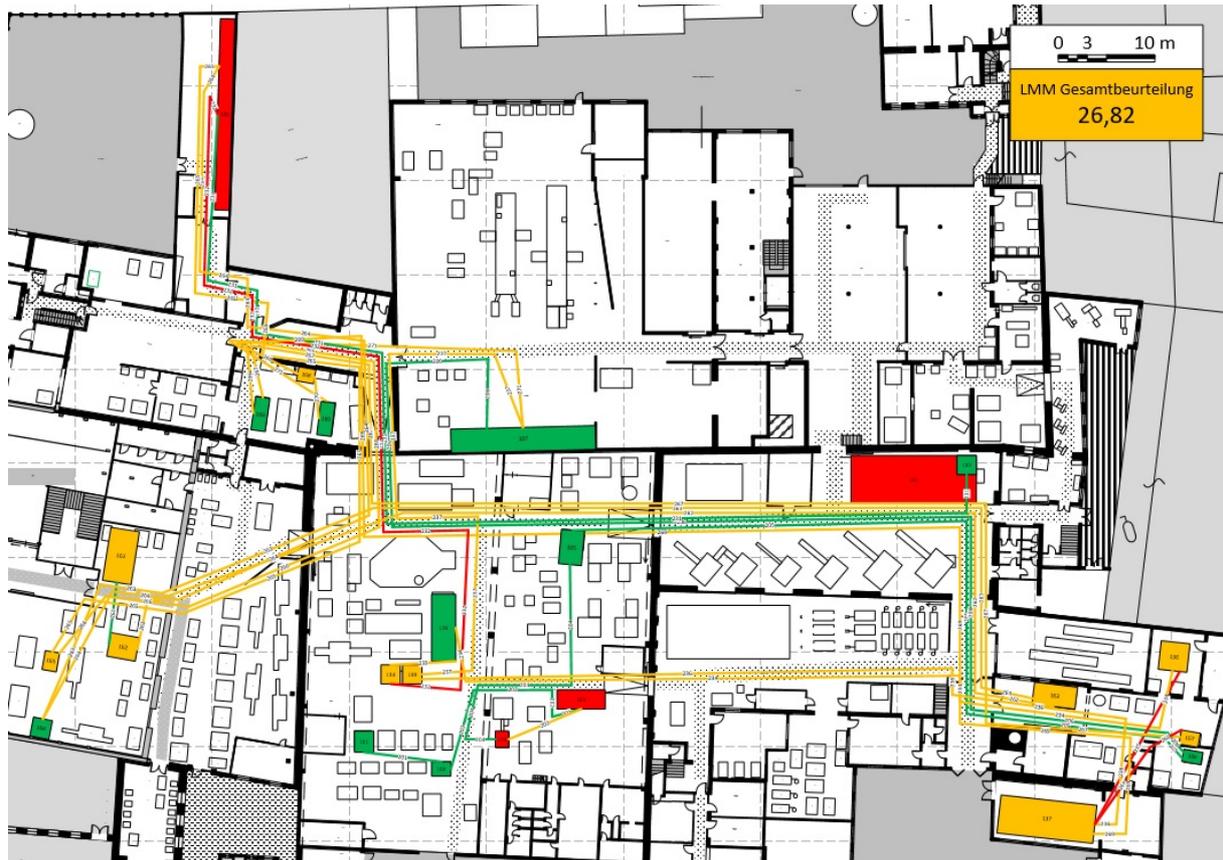


Abbildung 73: Finale Darstellung des Detailszenarios

Nummer	Teilnummer	Bezeichnung	Attribut	Breite	Höhe	Länge	LMM_Typ	LMM_Wert	MW_Methode	MW_Overall
101		Längsprofilfräsen	Maschine	2 m	2,2 m		HHT	9	9,26	26,82
102		Waschen	Maschine	2 m	1,5 m		HHT	14	9,26	26,82
103		Einlagerung	Shuttle	5 m	2 m		HHT	56	9,26	26,82
104		Prägen	Maschine	1,4 m	1,7 m		HHT	56	9,26	26,82
105		Codierung	Maschine	2,4 m	3,6 m		MAP	8	29,49	26,82
106		Entgraten	Maschine	2 m	1,3 m		MAP	23	29,49	26,82
107		Einlagerung	Shuttle	15 m	2,5 m		HHT	20	9,26	26,82
131		Rundtakt	Maschine	13 m	5 m		HHT	60	9,26	26,82
132		Umschichten	Arbeitsvorgang	2 m	2 m		MAP	24	29,49	26,82
133		Einlagerung	Zwischenlager	1,5 m	20 m		HHT	60	9,26	26,82
134		Vernieten	Maschine	2 m	2 m		MAP	30	29,49	26,82
135		Gehäusemodule	Maschine	2,5 m	7 m		HHT	24	9,26	26,82
136		Mantelschleifen	Maschine	3 m	3 m		HHT	28	9,26	26,82
137		Galvanik	Maschine	10 m	4 m		MAP	48	29,49	26,82
138		Aufbohrsicherung	Maschine	2 m	2 m		MAP	44	29,49	26,82
161		Stangenschneiden	Maschine	3 m	5,6 m		HHT	28	9,26	26,82
162		CNC-Maschine	Maschine	3 m	2,5 m		MAP	26,25	29,49	26,82
163		Waschen	Maschine	4,5 m	2,3 m		HHT	28	9,26	26,82
164		Umschichten	Arbeitsvorgang	2 m	2 m		MAP	24	29,49	26,82
165		Sperrkanalräumung	Maschine	1,5 m	2 m		MAP	30	29,49	26,82
166		Schlüsselprofilräumung	Maschine	1,5 m	3,5 m		MAP	20	29,49	26,82
167		Schleiferei	Maschine	2 m	1,5 m		MAP	40,5	29,49	26,82
168		Aufbohrsicherung	Arbeitsvorgang	1,8 m	1,5 m		MAP	31,5	29,49	26,82
169		Entgraten	Maschine	1,5 m	3,5 m		MAP	23	29,49	26,82

Abbildung 74: Abschließende Liste der Maschinen

Nummer	Bezeichnung	Attribut	Gesamtlänge	LMM_Typ	LMM_Wert	MW_Methode	MW_Overall
201	Schlüssel 1	Weg	8 m	HHT	9	9,26	26,82
202	Schlüssel 2	Weg	23 m	HHT	9	9,26	26,82
203	Schlüssel 3	Weg	8 m	HHT	28	9,26	26,82
204	Schlüssel 4	Weg	32 m	HHT	16	9,26	26,82
205	Schlüssel 5	Weg	85 m	ZS	20	35,23	26,82
206	Schlüssel 6	Weg	139 m	ZS	20	35,23	26,82
231	Gehäuse 1	Weg	121 m	ZS	14	35,23	26,82
232	Gehäuse 2	Weg	95 m	ZS	56	35,23	26,82
233	Gehäuse 3	Weg	7 m	HHT	30	9,26	26,82
234	Gehäuse 4	Weg	87 m	ZS	40	35,23	26,82
235	Gehäuse 5	Weg	18 m	HHT	56	9,26	26,82
236	Gehäuse 6	Weg	89 m	ZS	40	35,23	26,82
237	Gehäuse 7	Weg	65 m	ZS	40	35,23	26,82
261	Kern 1	Weg	7 m	ZS	9	35,23	26,82
262	Kern 2	Weg	119 m	ZS	40	35,23	26,82
263	Kern 3	Weg	132 m	ZS	40	35,23	26,82
264	Kern 4	Weg	106 m	ZS	40	35,23	26,82
265	Kern 5	Weg	103 m	ZS	40	35,23	26,82
266	Kern 6	Weg	76 m	ZS	40	35,23	26,82
267	Kern 7	Weg	140 m	ZS	40	35,23	26,82
268	Kern 8	Weg	14 m	HHT	60	9,26	26,82
269	Kern 9	Weg	154 m	ZS	40	35,23	26,82
270	Kern 10	Weg	4 m	HHT	28	9,26	26,82
271	Kern 11	Weg	50 m	ZS	40	35,23	26,82

Abbildung 75: Abschließende Liste der Wege

Sowohl aus den beiden Listen als auch aus dem Layout ist auf dem ersten Blick ersichtlich, wo kritische Arbeitsvorgänge vorhanden sind. Bei den rot eingefärbten Arbeitsvorgängen kann ausschließlich mit dem Layout festgestellt werden, dass eine Überbelastung besteht, da bei einem LMM-Beurteilungswert ab fünfzig Punkten immer ein Handlungsbedarf besteht. Für die Analyse der gelben Wege und Maschinen genügt das Layout alleine nicht. Hier muss fallweise in den Listen überprüft werden wie hoch die exakte Beurteilung ausfällt. In weiterer Folge muss dann auch analysiert werden, wie belastbar die ausführende Person ist.

Zur exakten Analyse eines roten oder hoch bewerteten gelben Arbeitsvorganges kann in der Excel-Datei das dazugehörige Excel-Sheet mit dem LMM-Bogen analysiert werden. In der Abbildung 76 ist beispielhaft der LMM-Bogen des Weges mit der Nummer 268, der mit einem LMM-Wert von 60 im roten Bereich liegt, dargestellt.

Beurteilung von Heben, Tragen, Halten anhand von Leitmerkmalen			
Nummer:	268	Attribut:	Weg
Bezeichnung:	Kern 8	LMM-Typ:	HHT
Gesamtlänge aus Tab.:	14 m	LMM-Punktwert:	60
<b>1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung (Nur eine zutreffende Spalte ist auszuwählen)</b>			
Hebe- oder Umsetzvorgänge (< 5 s)	Halten (> 5 s)	Tragen (> 5 m)	Zeitwichtung
Anzahl am Arbeitstag	Gesamtdauer am Arbeitstag	Gesamtweg am Arbeitstag	
<input type="radio"/> < 10	<input type="radio"/> < 5 min	<input type="radio"/> < 300 m	1
<input type="radio"/> 10 bis < 40	<input type="radio"/> 5 bis < 15 min	<input checked="" type="radio"/> 300 m bis < 1 km	2
<input type="radio"/> 40 bis < 200	<input type="radio"/> 15 min bis < 1 Stunde	<input type="radio"/> 1 km bis < 4 km	4
<input type="radio"/> 200 bis < 500	<input type="radio"/> 1 Stunde bis < 2 Stunden	<input type="radio"/> 4 bis < 8 km	6
<input type="radio"/> 500 bis < 1000	<input type="radio"/> 2 Stunden bis < 4 Stunden	<input type="radio"/> 8 bis < 16 km	8
<input type="radio"/> ≥ 1000	<input type="radio"/> ≥ 4 Stunden	<input type="radio"/> ≥ 16 km	10
<b>Zeitwichtung:</b>			2
<b>2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen von Last, Haltung und Ausführungsbedingungen</b>			
Wirksame Last für Männer	Wirksame Last für Frauen		Lastwichtung
<input type="radio"/> < 10 kg	<input type="radio"/> < 5 kg		1
<input type="radio"/> 10 bis < 20 kg	<input type="radio"/> 5 bis < 10 kg		2
<input type="radio"/> 20 bis < 30 kg	<input type="radio"/> 10 bis < 15 kg		4
<input type="radio"/> 30 bis < 40 kg	<input type="radio"/> 15 bis < 25 kg		7
<input type="radio"/> ≥ 40 kg	<input checked="" type="radio"/> ≥ 25 kg		25
<b>Lastwichtung:</b>			25
Körperhaltung, Position der Last			Haltungswichtung
<input type="radio"/> 	- Oberkörper aufrecht, nicht verdreht - Last am Körper		1
<input type="radio"/> 	- geringes Vorneigen oder Verdrehen des Oberkörpers - Last am Körper oder körpernah		2
<input checked="" type="radio"/> 	- tiefes Beugen oder weites Vorneigen - geringe Vorneigung mit gleichzeitigem Verdrehen des		4
<input type="radio"/> 	- weites Vorneigen mit gleichzeitigem Verdrehen des Oberkörpers - Last körperfern		8
<b>Haltungswichtung:</b>			4
Ausführungsbedingungen			Ausf.-wichtung
<input type="radio"/> Gute ergonomische Bedingungen, z.B. ausreichend Platz, keine Einschränkungen der			0
<input checked="" type="radio"/> Bewegungsfreiheit und ungünstige ergonomische			1
<input type="radio"/> Stark eingeschränkte Bewegungsfreiheit und/oder Instabilität des			2
<b>Ausführungsbedingungswichtung:</b>			1
<b>3. Schritt: Bewertung</b>			
Lastwichtung	25		
Haltungswichtung	4		
Ausführungsbedingungswichtung	1		
Summe	30		
	X		
Zeitwichtung	2		
Punktwert	60		

Abbildung 76: LMM-Bogen Weg 268

Bei der genauen Analyse des LMM-Bogens, können mehrere Lösungsmöglichkeiten gefunden werden. Zum einen können die Werte interaktiv verändert werden und so deren Auswirkungen verändert werden und zum anderen kann auch überlegt werden, ob eine andere Kategorie der LMM angewendet werden kann. In diesem konkreten Beispiel aus Abbildung 76 gibt es mehrere Lösungsansätze:

1. Eine erste Möglichkeit wäre die Last zu verringern. Durch die Halbierung der Last auf 14 kg, würde der LMM-Wert mit 18 Punkten im grünen Bereich liegen.
2. Der Tragevorgang wird anstatt von einer Frau von einem Mann ausgeführt. Das würde den LMM-Wert bei einer Last von 28 kg auf 18 Punkte verringern und damit die Belastung in einen gefahrlosen Bereich bringen.
3. Eine weitere Möglichkeit ist es die Last zu Ziehen oder Schieben. In den Abbildungen 77 und 78 ist ersichtlich, dass sich mit dieser Variante der LMM-Wert mit 16,9 im grünen Bereich befindet.
4. Die Verkürzung des Transportweges könnte den LMM-Wert auf die Hälfte reduzieren. Mit 30 Punkten würde die Belastung dann im gelben Bereich liegen.

1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung (Nur eine zutreffende Spalte ist auszuwählen)						
Ziehen und Schieben über kurze Distanzen oder häufiges Anhalten (Einzelweg bis 5 m)		Ziehen und Schieben über längere Distanzen (Einzelweg über 5 m)				
Anzahl am Arbeitstag		Gesamtweg am Arbeitstag			Zeitwichtung	
<input type="radio"/>	< 10	<input type="radio"/>	< 300 m		1	
<input type="radio"/>	10 bis < 40	<input checked="" type="radio"/>	300 m bis < 1 km		2	
<input type="radio"/>	40 bis < 200	<input type="radio"/>	1 km bis < 4 km		4	
<input type="radio"/>	200 bis < 500	<input type="radio"/>	4 bis < 8 km		6	
<input type="radio"/>	500 bis < 1000	<input type="radio"/>	8 bis < 16 km		8	
<input type="radio"/>	≥ 1000	<input type="radio"/>	≥ 16 km		10	
					Zeitwichtung: 2	
Wichtung des Geschlechts					Wichtung	
<input type="radio"/>	Männlich		<input checked="" type="radio"/>	Weiblich		1,0 / 1,3
					Wichtung des Geschlechts: 1,3	
2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen von Last, Haltung und Ausführungsbedingungen						
Gruppenfeld 60						
Zu bewegende Masse (Lastgewicht)	Ohne, Last wird gerollt		Flurförderzeug, Hilfsmittel			
	Rollend		Karren	Wagen, Roller, Trolleys ohne Bockrollen (nur Lenkrollen)	Gleiswagen, Handwagen, Handhubwagen, Rollenbahnen, Wagen	Manipulatoren, Seilbalancer
< 50 kg	<input type="radio"/>	0,5	<input type="radio"/>	0,5	<input checked="" type="radio"/>	0,5
50 bis < 100 kg	<input type="radio"/>	1	<input type="radio"/>	1	<input type="radio"/>	1
100 bis < 200 kg	<input type="radio"/>	1,5	<input type="radio"/>	2	<input type="radio"/>	1,5
200 bis < 300 kg	<input type="radio"/>	2	<input type="radio"/>	4	<input type="radio"/>	2
300 bis < 400 kg	<input type="radio"/>	3		4	<input type="radio"/>	3
400 bis < 600 kg	<input type="radio"/>	4		5	<input type="radio"/>	4
600 bis < 1000 kg	<input type="radio"/>	5			<input type="radio"/>	5
≥ 1000 kg						
Gleitend						
< 10 kg	<input type="radio"/>	1				
10 bis < 25 kg	<input type="radio"/>	2				
25 bis < 50 kg	<input type="radio"/>	4				
≥ 50 kg						
					Wichtung der Masse/Lastmittel: 0,5	

Abbildung 77: Alternativer LMM-Bogen Weg 268 mit der Variante ZS - Teil 1

Positioniergenauigkeit	Bewegungsgeschwindigkeit	
	langsam 8 < 0,8 m/s)	schnell (0,8 bis 1,3 m/s)
Gering - keine Vorgabe des Fahrweges - Last kann ausrollen oder wird an Anschlag gestoppt	<input type="radio"/> 1	<input checked="" type="radio"/> 2
Hoch - Last ist exakt zu positionieren und anzuhalten - Fahrweg ist exakt einzuhalten - häufige Richtungsänderungen	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 4
<b>Wichtung der Positioniergenauigkeit/Bewegungsgeschwindigkeit:</b>		<b>2</b>
<b>Körperhaltung</b>		<b>Haltungswichtung</b>
<input type="radio"/> 	Rumpf aufrecht, keine Verdrehung	1
<input checked="" type="radio"/> 	Rumpf leicht vorgeneigt und oder leicht verdreht (einseitiges Ziehen)	2
<input type="radio"/> 	Stärkere Neigung des Körpers in Bewegungsrichtung, Hocken, Knien, Bücken	4
<input type="radio"/> 	Kombnation von Bücken und Verdrehen	8
<b>Haltungswichtung:</b>		<b>2</b>
<b>Ausführungsbedingungen</b>		<b>Ausf.-wichtung</b>
<input type="radio"/> <b>Gut:</b> → Fußboden oder andere Fläche eben, fest, glatt, trocken, → ohne Neigung, → keine Hindernisse im Bewegungsraum, → Rollen oder Räder leichtgängig, kein erkennbarer Verschleiss der Radlager		0
<input checked="" type="radio"/> <b>Eingeschränkt:</b> → Fußboden verschmutzt, etwas uneben, weich, → geringe Neigung bis 2° → Hindernisse im Bewegungsraum, die umfahren werden müssen, → Rollen oder Räder verschmutzt, nicht mehr ganz leichtgängig, Lager ausgeschlagen		2
<input type="radio"/> <b>Schwierig:</b> → unbefestigter oder grob gepflasteter Fahrweg, Schlaglöcher, starke Verschmutzung, → Neigung 2 bis 5°, → Flurförderzeuge müssen beim Anfahren "losgerissen" werden → Rollen ider Räder verschmutzt, schwergängig		4
<input type="radio"/> <b>Kompliziert:</b> → Stufen, Treppen, Absätze, → Neigungen > 5°, → Kombinationen der Merkmale von "Eingeschränkt" und "Schwierig"		8
<b>Ausführungsbedingungswichtung:</b>		<b>2</b>
<b>3. Schritt: Bewertung</b>		
	Wichtng der Masse/Lastmittel	0,5
	Wichtung der Positioniergenauigkeit/Bewegungsgeschwindigkeit	2
	Haltungswichtung	2
	Ausführungsbedingungswichtung	2
	<b>Summe</b>	<b>6,5</b>
		<b>X</b>
	Zeitwichtung	2
		<b>X</b>
	Wichtung des Geschlechts	1,3
	<b>Punktwert</b>	<b>16,9</b>

Abbildung 78: Alternativer LMM-Bogen Weg 268 mit der Variante ZS - Teil 2

Das Detailszenario ermöglicht also ein schnelles Aufzeigen einzelner kritischer Arbeitsvorgänge. Diese können dann im Detail analysiert und optimiert werden. Durch Aktualisieren der Daten im Visio, nachdem die einzelnen Vorgänge optimiert wurden, färben sich die Shapes entsprechend der neuen LMM-Werte ein.

Neben dieser detaillierten Ansicht ist aber mit der LMM-Gesamtbeurteilung auch ein gewichteter Mittelwert über alle Maschinen, Arbeitsvorgänge und Wege gegeben. Dieser Wert gibt auch Aussage darüber, wie belastend der ganze Fertigungsablauf ist, wenn er von einer Person durchgeführt wird. Somit eignet sich das Tool auch in Bereichen, wo ein One-Piece-Flow zum Einsatz kommt, beispielsweise in einer Montage.

### 4.3.2 Globales Szenario

Um eine Proof of Concept Demonstration für das Globalszenario durchzuführen, werden einzelne Maschinen zu Bearbeitungszentren zusammengefasst. Für diese Bearbeitungszentren werden keine neuen LMM-Daten aufgenommen, sondern lediglich arithmetische Mittelwerte der LMM-Werte aus dem Detailszenario gebildet. Die einzelnen Bearbeitungszentren und die zugehörigen Nummern der Maschinen sind in Tabelle 22 aufgelistet.

Nummer	Bearbeitungszentrum	Zugeordnete Maschinennummern
181	Waschen	163
182	Zwischenlager	133
183	Schlüsselabteilung	101, 102, 103, 104, 105
184	Gehäuseabteilung	131, 132, 134, 135, 138
185	Kernabteilung	161, 162, 164, 165, 166, 168, 169
186	Schleiferei	106, 136, 167
187	Galvanik	137
188	Montagelager	107

**Tabelle 22: Daten der Bearbeitungszentren**

Ebenfalls werden die Wege, die zwischen diesen Abteilungen verfahren, zu gemeinsamen Nummern zusammengeführt. Wege innerhalb einer Abteilung werden in diesem globalen Szenario vernachlässigt. In Tabelle 23 sind die Wege aus der Detailbetrachtung den neuen Wegen zugeordnet. Weiters ist in der Tabelle vermerkt wieviel Stück pro Weg transportiert werden können. Dazu wird auch die Anzahl, wie

oft man den Weg zurücklegen muss, um zwanzigtausend Schlüssel bzw. zehntausend Gehäuse und Kerne transportieren zu können, festgehalten.

Nummer	von	nach	Zugeordnete Wegnummer	Stück	Anzahl
281	Schlüsselabteilung	Schleiferei	205	5000	4
282	Schleiferei	Montagelager	206	5000	4
283	Gehäuseabteilung	Zwischenlager	231	5600	2
284	Zwischenlager	Gehäuseabteilung	232	2800	4
285	Gehäuseabteilung	Schleiferei	234	2000	5
286	Schleiferei	Galvanik	235	350	29
287	Galvanik	Gehäuseabteilung	236	2000	5
288	Gehäuseabteilung	Montagelager	237	2000	5
289	Kernabteilung	Waschen	262	3600	3
290	Waschen	Kernabteilung	263	3600	3
291	Kernabteilung	Zwischenlager	264	3200	4
292	Zwischenlager	Kernabteilung	265	3200	4
293	Kernabteilung	Schleiferei	267	3200	4
294	Schleiferei	Galvanik	268	800	13
295	Galvanik	Kernabteilung	269	3200	4
296	Kernabteilung	Montagelager	271	3200	4

**Tabelle 23: Daten der Wege im Globalszenario**

Aus den Daten der Wege wird eine Transportflussmatrix erstellt. Diese ist in Abbildung 79 ganz oben dargestellt.

Anhand dieser Transportflussmatrix wird das Dreiecksverfahren nach Schmigalla angewendet, um die einzelnen Bearbeitungszentren auf dem Dreiecksraster in Visio anzuordnen. Das Dreiecksverfahren ist in Abbildung 64 abgebildet.

	Waschen	Zwischenlager	Schlüsselabteilung	Gehäuseabteilung	Kernabteilung	Schleiferei	Galvanik	Montagelager	
Waschen					3				
Zwischenlager				4	4				
Schlüsselabteilung						4			
Gehäuseabteilung		2				5		5	
Kernabteilung	3	4				4		4	
Schleiferei							42	4	
Galvanik				5	4				
Montagelager									
	Waschen	Zwischenlager	Schlüsselabteilung	Gehäuseabteilung	Kernabteilung	Schleiferei	Galvanik	Montagelager	Position
Schleiferei							42	4	1
Galvanik				5	4				2
$\Sigma$	0	0		5	4			4	
Gehäuseabteilung		2				5		5	3
$\Sigma$	0	2	0		4			9	
Montagelager									4
$\Sigma$	0	2	0		4				
Kernabteilung	3	4				4		4	5
$\Sigma$	3	6	0						
Zwischenlager				4	4				6
$\Sigma$	3		0						
Waschen					3				15
$\Sigma$			0						
Schlüsselabteilung						4			7

Abbildung 79: Dreiecksverfahren nach Schmigalla

Sowohl für die Wege als auch die Bearbeitungszentren wird in einem Excel-Sheet der LMM-Wert aus den Mittelwerten der einzelnen Komponenten gebildet. In Abbildung 80 ist die Liste mit den Daten zum Import in MS Visio abgebildet.

Nummer	Bezeichnung	Attribut	LMM_Wert	Position
181	Waschen	Bearbeitungszentrum	28,00	15
182	Zwischenlager	Bearbeitungszentrum	60,00	6
183	Schlüsselabteilung	Bearbeitungszentrum	28,60	7
184	Gehäuseabteilung	Bearbeitungszentrum	36,40	3
185	Kernabteilung	Bearbeitungszentrum	26,11	5
186	Schleiferei	Bearbeitungszentrum	30,50	1
187	Galvanik	Bearbeitungszentrum	48,00	2
188	Montagelager	Bearbeitungszentrum	20,00	4
281	Weg 1	Weg	20,00	
282	Weg 2	Weg	20,00	
283	Weg 3	Weg	14,00	
284	Weg 4	Weg	56,00	
285	Weg 5	Weg	40,00	
286	Weg 6	Weg	56,00	
287	Weg 7	Weg	40,00	
288	Weg 8	Weg	40,00	
289	Weg 9	Weg	40,00	
290	Weg 10	Weg	40,00	
291	Weg 11	Weg	40,00	
292	Weg 12	Weg	40,00	
293	Weg 13	Weg	40,00	
294	Weg 14	Weg	60,00	
295	Weg 15	Weg	40,00	
296	Weg 16	Weg	40,00	

Abbildung 80: Datenliste für das globale Szenario

Mit den importierten Daten der Liste werden die Maschinen in das Zeichenblatt eingefügt und platzieren sich entsprechend der Positionsnummer im Dreiecksmuster. Nach Verbinden der Maschinen mit den Wegen stellt sich das Layout, wie in Abbildung 81 dar.

Die Maschinen sind in Abbildung 81 produktivitätsorientiert nach dem Transportfluss angeordnet. Die Wege mit hohem Transportaufkommen sind daher kurzgehalten. Durch die Einfärbungen der einzelnen Wege im Modell können zusätzlich zu diesem produktivitätsorientierten Ansatz auf den ersten Blick auch noch ergonomische Kriterien berücksichtigt werden. Je höher die Belastung desto kürzer sollte der zurückzulegende Weg sein. In diesem Szenario ist der Weg 284 vom Zwischenlager in die Gehäuseabteilung rot eingefärbt und sehr lange. Um diesen Weg zu verkürzen werden die Bearbeitungszentren 182 und 188 vertauscht und im neuen Layoutvorschlag sind alle roten Wege so kurz wie möglich (Abbildung 82).

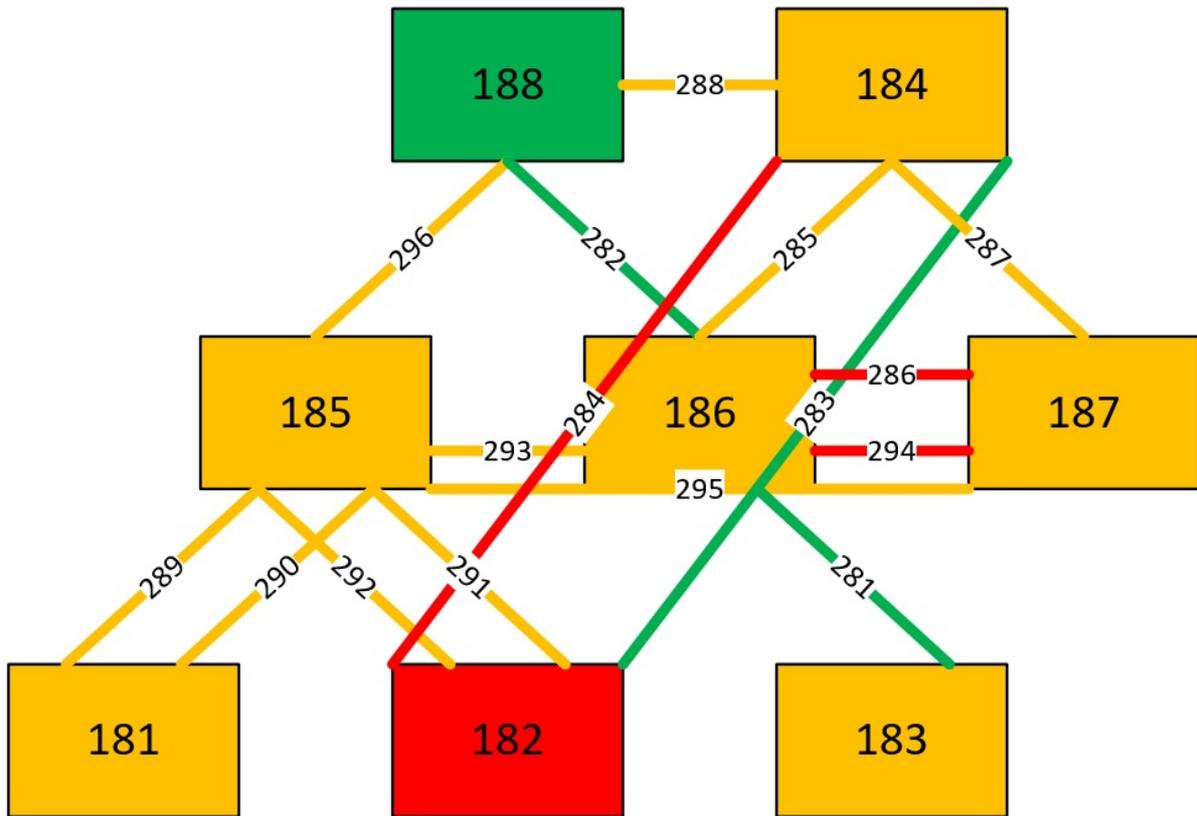


Abbildung 81: Anordnung der Maschinen und Wege nach Schmigalla

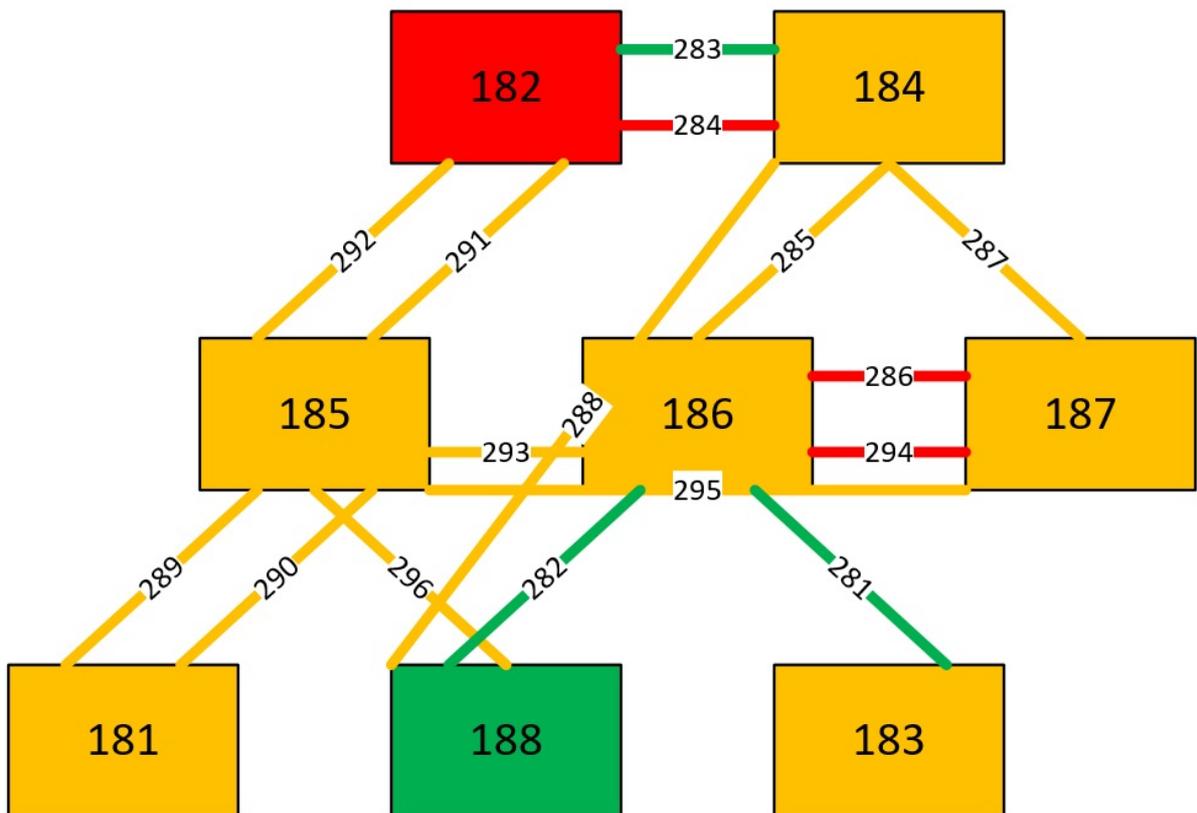


Abbildung 82: Ergonomisch optimierte Anordnung im Dreiecksraster

Durch eine richtige Anordnung der Bearbeitungszentren können die Wege verkürzt und damit auch gleichzeitig der LMM-Wert verringert werden. An dieser Stelle wird dann die Schleife wieder von neuem gestartet und die LMM-Werte der einzelnen Wege durch die Wegverkürzungen verringert.

## 4.4 Monetäre Aufwandsbewertung

In diesem Kapitel wird der Aufwand und Nutzen des getesteten Modells monetär bewertet. Es wird zwischen primären und sekundären Nutzen unterschieden, wobei die primären Benefits nicht direkt geldlich bewertet werden können.

Die Kosten, die bei der Ausführung des Modells anfallen, teilen sich in Sachkosten sowie fixe und variable Personalkosten. Dabei werden die Personalkosten für den Arbeitsaufwand einer Sicherheitsfachkraft auf 30 Euro pro Stunde festgelegt. Bei den Sachkosten wird davon ausgegangen, dass MS Excel bereits zur Verfügung steht und lediglich eine Lizenz von MS Visio Standard 2016 um 399 Euro im Microsoft Store erworben wird.<sup>188</sup>

Bei den Personalkosten gibt es einen fixen Anteil, der bei jedem Projekt unabhängig von der Anzahl der analysierten Arbeitsvorgänge gleichbleibt. Dieser fixe Anteil ist in Tabelle 24 aufgeschlüsselt und beläuft sich auf 120 Euro.

Beschreibung	Dauer	Kosten
<p><b>Detailszenario:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Allgemeine Bearbeitung im Excel und Visio sowie Datenübertragung in und aus Visio.</li> </ul>	1 Stunde	30,- €
<p><b>Globalszenario:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Zusammenfassen zu Bearbeitungszentren</li> <li>Dreieckverfahren</li> <li>Allgemeine Bearbeitung in Excel und Visio</li> <li>Analyse der Ergebnisse und Umbau des Layouts.</li> </ul>	1 Stunde 1 Stunde 0,5 Stunden 0,5 Stunden	30,- € 30,- € 15,- € 15,- €
<b>Summe</b>	<b>4 Stunden</b>	<b>120,- €</b>

**Tabelle 24: Aufstellung der fixen Personalkosten**

Neben diesen fixen Personalkosten, gibt es auch variable Kosten, die sich auf die Anzahl, der zu analysierenden Arbeitsvorgänge beziehen. Es wird für die Analyse

<sup>188</sup> vgl. [https://www.microsoftstore.com/store/mseea/de\\_AT/pdp/Visio-Standard-2016/productID.324453500](https://www.microsoftstore.com/store/mseea/de_AT/pdp/Visio-Standard-2016/productID.324453500)

eines Arbeitsvorganges eine Bearbeitungszeit von 10 Minuten festgelegt. Für die Analyse eines Transportweges werden 5 Minuten kalkuliert. Ebenfalls werden für die nachträgliche Verbesserung eines Arbeitsvorganges oder Transportweges 5 Minuten Bearbeitungszeit vorgesehen. Diese zusätzliche Prüfung der Arbeitsvorgänge und Transportwege betrifft alle Positionen, die mit der Leitmerkmalmethode nicht grün bewertet worden sind. In Tabelle 25 sind die variablen Personalkosten für die Anwendung des Detailszenarios aufgelistet.

<b>Tätigkeit</b>	<b>Dauer</b>	<b>Anzahl</b>	<b>Gesamtdauer</b>	<b>Kosten</b>
LMM-Aufnahme Arbeitsvorgang	10 Minuten	24	4 Stunden	120,- €
LMM-Aufnahme Transportweg	5 Minuten	24	2 Stunden	60,- €
LMM-Verbesserung Arbeitsvorgang	5 Minuten	14	1,17 Stunden	35,- €
LMM-Verbesserung Transportweg	5 Minuten	17	1,42 Stunden	42,50 €
<b>Summe</b>			<b>8,59 Stunden</b>	<b>257,50 €</b>

**Tabelle 25: Aufstellungen der variablen Personalkosten**

Sachkosten	399,- €
Fixe Personalkosten	120,- €
Variable Personalkosten	257,50 €
<b>Gesamtkosten</b>	<b>776,50 €</b>

**Tabelle 26: Gesamtkostenaufstellung**

Den in Tabelle 26 aufgeführten Gesamtkosten stehen primäre und sekundäre Benefits gegenüber. Dabei können die sekundären Benefits direkt in Geldbeträgen ausgedrückt werden, bei den primären Vorteilen hingegen, kann keine eindeutige quantitative Aussage getätigt werden.

- Primäre Benefits:

Der primäre Nutzen des Modells ist die ergonomische Gestaltung der Arbeitsvorgänge und Transportwege. Eine Belastungssenkung der Arbeit hat einen wesentlichen Einfluss auf die Gesamtgesundheit eines Mitarbeiters. Diese Erhöhung der Gesundheit beeinflusst wiederum zahlreiche Komponenten und führt auf Dauer zu

einer Verringerung der Krankenstände und der Vermeidung von Berufskrankheiten. Eine hohe Belastung bei der Arbeit führt zu Müdigkeit und diese in weiterer Folge dazu, dass durch Unkonzentriertheit Fehler gemacht werden. Die Verringerung von Fehlern und eine gute Gesundheit der Mitarbeiter, die auch im hohen Alter noch produktiv arbeiten können, sind der vorrangig angestrebte Nutzen. Dieser Nutzen kann allerdings nicht direkt in eine monetäre Bewertung einfließen, da das exakte Ausmaß der Verbesserungen und den daraus entstehenden Vorteilen im Allgemeinen nicht quantitativ bewertet werden kann.

- Sekundärer Benefit:

Der sekundäre Benefit einer Wegersparnis kann im Gegensatz zu den primären Vorteilen in Geldwerten quantifiziert werden. Davon ausgehend, dass ein Logistiker das Unternehmen 22 Euro in der Stunde kostet, kann mit der eingesparten Wegstrecke und der Geschwindigkeit des Logistikers ein Einsparungswert berechnet werden. In Tabelle 27 ist ein Beispiel aufgeführt.

Wegersparnis	Geschwindigkeit	Zeitersparnis	Kostenreduktion
3600 m	1 m/s	1 Stunde	22,- €

**Tabelle 27: Beispiel einer Kostenreduktion durch Kürzung der Transportwege**

Um am Ende der Anwendung eine Aussage treffen zu können, ob es sinnvoll war dieses Modell angewendet zu haben, werden noch zwei Kennzahlen berechnet. Zum einen wird berechnet, wieviel Prozent der analysierten Arbeitsvorgänge und Transportwege optimiert werden konnten bzw. mussten. Also wie viele Vorgänge einen Optimierungsbedarf aufweisen. Je höher dieser Wert desto mehr Arbeitsvorgänge und Transportwege konnten verbessert werden.

$$\begin{aligned}
 \text{Optimierungsgrad} &= \\
 &= \frac{\text{Anzahl Verbesserung Arbeitsvorgänge} + \text{Anzahl Verbesserung Transportwege}}{\text{Anzahl Analyse Arbeitsvorgänge} + \text{Anzahl Analyse Transportwege}} = \\
 &= \frac{14 + 17}{24 + 24} = \frac{31}{48} = 0,65 = 65\%
 \end{aligned}$$

**Formel 18: Berechnung des Optimierungsgrades**

In der Formel 18 wurde der Optimierungsgrad für den Anwendungsfall bei EVVA mit 65% berechnet, was durchaus ein guter Wert ist, da mehr als die Hälfte aller analysierter Arbeitsvorgänge und Wege optimiert werden können.

Als zweite Kennzahl zur Kosten-Nutzen-Analyse des Modells dient die Aufsplitterung der Gesamtausgaben auf die einzelnen optimierten Positionen. Somit kann festgestellt

werden, was die Verbesserung eines einzelnen Arbeitsvorganges oder Transportweges im Durchschnitt kostet.

$$\begin{aligned}
 & \text{Kosten pro Optimierung} = \\
 & = \frac{\text{Gesamtkosten} - \text{Kostenreduktion}}{\text{Anzahl Verbesserung Arbeitsvorgänge} + \text{Anzahl Verbesserung Transportwege}} = \\
 & = \frac{776,50\text{€} - 22\text{€}}{14 + 17} = \frac{754,50\text{€}}{31} = 24,34\text{€}
 \end{aligned}$$

#### Formel 19: Berechnung der Kosten pro Optimierung

Durch die in Formel 19 berechneten Kosten pro Optimierung können Aufwand und Nutzen auf die einzelnen Positionen heruntergebrochen werden. Umso geringer der Wert, desto weniger Aufwand muss ich für einen Nutzen aufbringen. Nachdem Gesamtkosten von mehr als siebenhundert Euro auf den ersten Blick etwas viel erscheinen und daraus auch noch keine genaue Aussage getroffen werden kann, ist die Feststellung, dass ein optimierter Arbeitsvorgang knapp fünfundzwanzig Euro kostet, eine weit größere Hilfe für eine Aussage über das Verhältnis von Kosten und Nutzen.

## 4.5 Analyse der Ergebnisse (SWOT)

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse mithilfe einer SWOT-Analyse ausgewertet. SWOT ist eine englische Abkürzung und bedeutet Strengths (Stärken), Weaknesses (Schwächen), Opportunities (Chancen) und Threats (Risiken). Die SWOT-Analyse bietet hier ein geeignetes Instrument zur objektiven Analyse des Modells, weil zum einen interne Umstände (Stärken, Schwächen) und zum anderen äußere Kriterien (Chancen, Risiken) betrachtet werden.<sup>189</sup>

### 4.5.1 Stärken und Schwächen

Im ersten Teil der SWOT-Analyse werden die Stärken und Schwächen des Modells festgehalten.

#### Stärken:

- **Bewertungsmethode:** Die Leitmerkalmethode, die zur ergonomischen Bewertung der Arbeitsvorgänge verwendet wird, ist ein simples Bewertungsverfahren, das von jeder Person angewendet werden darf und kann. Es ist dafür keine teure gesonderte Ausbildung notwendig.

<sup>189</sup> vgl. Simon & von der Gathen, 2010, S. 230

- **Detaillierte Beurteilung:** Das Modell bietet die Möglichkeit zahlreiche Arbeitsvorgänge rasch und detailliert beurteilen zu können. Dadurch können erhöhten Belastungen genau analysiert und gemindert werden.
- **Überblick:** Durch die farbliche Gestaltung der Shapes entsprechend ihrer LMM-Werte ist im Layout sofort ersichtlich, wo aus ergonomischer Sicht Handlungsbedarf besteht.
- **Dreiecksanordnung:** Durch die Möglichkeit der Anordnung im Dreieckverfahren nach Schmigalla bei gleichzeitiger farblicher Darstellung der ergonomischen Belastung kann die rein produktivitätsorientierte Anordnung der Maschinen auf etwaige ergonomische Einflussgrößen Rücksicht nehmen.

#### Schwächen:

- **Hoher Analyseaufwand:** Die exakte Analyse jedes einzelnen Arbeitsvorganges benötigt viel Zeit. Umso mehr Maschinen und Arbeitsvorgänge dabei betrachtet werden desto mehr wird auch der Aufwand.
- **Planungstool LMM:** Die Leitmerkmalmethode ist ein Werkzeug zur Analyse bestehender Arbeitsvorgänge. Im Vergleich zu anderen Methoden (bspw. MTM) ist die LMM nur bedingt zur Analyse zukünftiger Arbeitsvorgänge geeignet.
- **Differenzierung gelber Bereich:** Auf den ersten Blick können in der Liste und dem Layout zwar hoch belastete Elemente sofort identifiziert werden, da sie rot gekennzeichnet sind. Einfach ist auch der risikofreie grüne Bereich zu identifizieren. Im gelben Bereich allerdings muss jede Stelle einzeln analysiert werden, da hier die Belastung auch von der ausführenden Person abhängt.

#### 4.5.2 Chancen und Risiken

Der zweite Teil der SWOT-Analyse befasst sich mit der Umgebung. Hier werden die externen Chancen und Risiken angeführt.

#### Chancen:

- **Eigenständiges Programm:** Mit der Programmierung eines eigenen Programmes anstatt der verwendeten Office-Produkte von Microsoft, können zahlreiche Zwischenschritte automatisiert werden und so der Analyseaufwand verringert werden.
- **Datenbanken:** Eine Datenbank ermöglicht das Erstellen von Datensätzen. Die Datensätze können dann für mehrere Modelle und Analysen verwendet werden. Ebenfalls kann damit die ergonomische Belastung einzelner Arbeitsvorgänge im System hinterlegt werden und zu einem späteren Zeitpunkt für weitere Analysen wieder abgerufen werden. Bspw. kann beim Auslesen eines Fertigungsplanes der LMM-Wert gleich mitgeliefert werden.

- **Kompatibilität:** Das Modell ist jederzeit mit weiteren Funktionen aus der Fabrikplanung erweiterbar. Weitere Methoden der Fabrikplanung können parallel zum Modell durchgeführt werden (z.B. Mengenwegediagramm). Die angewendeten Methoden können gemeinsam mit dem Modell mithilfe einer Nutzwertanalyse zu einem Gesamtergebnis führen.

#### **Risiken:**

- **Fehlerhafte Analyse:** Da die Leitmerkmalermethode keiner gesonderten Ausbildung bedarf, besteht das Risiko, dass die anwendende Person bei der Analyse ungenau ist und so die Ergebnisse verfälscht werden.
- **Überanalyse:** Durch den hohen Detaillierungsgrad der einzelnen Analysen kann es zu einer Überanalyse der einzelnen Arbeitsvorgänge kommen und der eigentliche Zweck des Modells, nämlich das Hinzufügen einer ergonomischen Komponente in die Fabrikplanung, könnte ins Hintertreffen gelangen.
- **Automatisierung:** Das entwickelte Modell ist dafür ausgelegt, dass manuelle Arbeitsvorgänge analysiert werden. Mit zunehmender Automatisierung der Maschinen und auch des Materialtransportes wird das Anwendungsgebiet für das Modell kleiner.

#### **4.5.3 SWOT-Matrix**

In der SWOT-Matrix (Abbildung 83) werden die beschriebenen Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken einander gegenübergestellt. Dabei bieten Chancen Entwicklungsmöglichkeiten. Gepaart mit Stärken ist die Rede von aktuellen und in Kombination mit Schwächen von zukünftigen Möglichkeiten zur Entwicklung. Risiken hingegen ergeben zusammen mit Stärken potenzielle und mit Schwächen bereits vorhandene Hemmnisse in der Entwicklung.

			Interne Analyse						
			Stärken				Schwächen		
			Bewertungsmethode	Detaillierte Bewertung	Überblick	Dreiecksanordnung	Hoher Analyseaufwand	Planungstool LMM	Differenzierung gelber Bereich
Externe Analyse	Chancen	Eigenständiges Programm	X	X		X			X
		Datenbanken		X	X		X	X	X
		Kompatibilität	X			X			
	Risiken	Fehlerhafte Analyse	X	X			X		X
		Überanalyse		X	X	X	X		
		Automatisierung	X					X	

Abbildung 83: SWOT-Matrix

## 4.6 Zusammenfassung

In diesem Kapitel ist das entwickelte Modell auf zwei Varianten getestet worden. Bei beiden Tests kann die ergonomische Belastung quantifiziert und aufgrund dieser das Layout nachhaltig verändert werden.

Beim Detailszenario werden alle Arbeitsvorgänge und Transporte einzeln analysiert. Diese Genauigkeit bietet die Möglichkeit ganz konkret auf die Problemfälle einzugehen. Anhand des dazugehörigen LMM-Bogens kann rasch festgestellt werden, wodurch eine hohe Belastung verursacht wird. Das Problem kann somit an der Wurzel angepackt werden und es bieten sich je nach Arbeitsvorgang mehrere Möglichkeiten die Belastung zu mindern. Neben der Optimierung der Faktoren Last, Zeit, Haltung und Ausführungsbedingungen kann, wenn es sich bei diesen Arbeitsvorgängen um Transportvorgänge handelt, durch Anpassung des Layouts der zurückzulegende Weg verkürzt werden. Es wird bereits in der Layoutentstehung darauf Rücksicht genommen, ob Arbeitsvorgänge aus ergonomischer Sicht anderswo platziert werden sollen.

Im globalen Szenario werden die einzelnen Maschinen aus dem Detailszenario zu einigen Bearbeitungszentren zusammengefasst. Mithilfe einer Transportflussmatrix werden die Maschinen im Dreiecksverfahren nach Schmigalla angeordnet und mit den Transportwegen verbunden. Die ergonomische Belastung der Bearbeitungszentren

ergibt sich dabei aus dem Mittelwert der dazugehörigen Maschinen. Durch die farbliche Gestaltung der Wege kann sofort erkannt werden, wenn ein Transport mit hoher Belastung zusätzlich noch eine weite Strecke zu absolvieren hat. Durch diesen Aspekt kann die Anordnung direkt in der Planung bereits nachhaltig verbessert werden.

Abschließend sind in Kapitel 4 beim Auswerten der Ergebnisse mit einer SWOT-Analyse sowohl Entwicklungspotenziale als auch Entwicklungshemmnisse erörtert worden. Mithilfe von Datenbanken und der Programmierung einer eigenständigen Software kann der Detaillierungsgrad der einzelnen Analysen sinnvoll genutzt werden. Wenn hingegen diese Schritte nicht getätigt werden, kann der hohe Analyseaufwand die Funktionalität des Modells auch schnell einschränken.

## 5 Kritische Würdigung und Ausblick

In diesem Kapitel wird die Diplomarbeit noch einmal kritisch beleuchtet und mit einem Ausblick abgeschlossen

### 5.1 Kritische Würdigung

Bei der Planung einer Fabrik werden zwangsläufig auch Arbeitsplätze gestaltet. Deshalb ist es wichtig zu hinterfragen, wie, wo und in welchem Ausmaß ergonomische Faktoren die Fabrikplanung beeinflussen. Im Rahmen der vorliegenden Diplomarbeit sind diese und daran direkt anschließende Fragestellungen beantwortet worden und in weiterer Folge wurde ein Modell entwickelt, das es ermöglicht den Fokus der Fabrikplanung synchron auf humane und betriebswirtschaftliche Kriterien zu legen.

Zu Beginn der Arbeit wird die Bedeutung der konkreten Fragestellung erarbeitet. Das Ergebnis dieser Fragestellung ist, dass in der Fabrikplanung am Ende zwar Arbeitsplätze humangerecht gestaltet werden, allerdings findet diese Gestaltung als eigenes Projekt abseits der Layoutplanung statt. Dadurch ist der Einfluss auf das ergonomische Endergebnis während der Layoutplanung nicht gegeben.

Durch Anwenden klassischer Methoden der Fabrikplanung, wie der Transportflussmatrix und dem Dreiecksverfahren zur Anordnung von Maschinen, sowie einem ergonomischen Bewertungsverfahren, der Leitmerkmalmethode, wird im zweiten Teil der Arbeit ein Modell zur humanorientierten Fabriklayoutplanung entwickelt. Durch dieses Modell bietet sich die Möglichkeit Maschinen bzw. Arbeitsvorgänge sowie Transportwege bereits während der Layoutplanung ergonomisch zu bewerten. Bei der Proof of Concept Demonstration wird gezeigt, dass das Modell sowohl in der detaillierten als auch globalen Anwendung ergonomischen Handlungsbedarf aufzeigt und so Verbesserungsmaßnahmen für die Layoutgestaltung abgeleitet werden können.

Durch die Unterstützung einer SWOT-Analyse sind sowohl Stärken und Schwächen als auch Chancen und Risiken des Modells festgehalten worden. Die Leitmerkmalmethode weist dabei Stärken und Schwächen auf. Mit der Leitmerkmalmethode kann eine rasche Beurteilung unterschiedlichster manueller Tätigkeiten durchgeführt werden, ohne das dafür eine gesonderte Ausbildung absolviert werden muss. Das daraus resultierende Beurteilungsergebnis fließt durch eine farbliche Kennzeichnung, also in einer sehr einfachen Form, in das Layoutmodell ein. Dadurch kann auf den ersten Blick erkannt werden, wo ergonomische Verbesserungen nötig sind. Anschließend, an eine solche Identifikation eines Handlungsbedarfes, kann der dazugehörige LMM-Bogen analysiert werden und so rasch festgestellt werden, worauf die zu hohe Belastung zurückzuführen ist. Diese

einfache Handhabung, sowohl zur Analyse der Ist-Situation als auch zur Optimierung der zuvor analysierten Arbeitsvorgänge und Transportwege, macht es möglich in kurzer Zeit zahlreiche Positionen zu verbessern. Diesem Vorteil des Verwendens der Leitmerkmalmethode steht allerdings gegenüber, dass mit der Leitmerkmalmethode nur bedingt Arbeitssituationen geplant werden können. In der Regel werden bestehende Arbeits- oder Transportvorgänge analysiert.

Bei der Anwendung des Modells sowie der Auswertung der Ergebnisse hat sich mit dem hohen Detaillierungsgrad, der durch die Analyse jedes einzelnen Arbeitsvorganges bzw. Transportweges mithilfe der Leitmerkmalmethode erreicht wird, ein weiterer Aspekt ergeben. Dieser Detaillierungsgrad ist auf der einen Seite positiv zu sehen, weil dadurch jede einzelne Belastung genau analysiert und optimiert werden kann. Auf der anderen Seite allerdings bedarf es bei der Belastungsanalyse auch ausreichend Zeit, um einen hohen Detaillierungsgrad zu bekommen. Für eine große Anzahl an Maschinen und Arbeitsvorgängen bedeutet dies entweder ein enormer Zeitaufwand oder die Verringerung des Detaillierungsgrades durch Gruppieren von einzelnen Arbeitsvorgängen.

Das Modell bietet nach der Bewertung der einzelnen Arbeitsvorgänge die Möglichkeit diese mithilfe des Dreieckverfahrens von Schmigalla anzuordnen. Nachdem Verbinden der Arbeitsvorgänge mit den bewerteten Transportwegen ist durch die farbliche Kennzeichnung auf den ersten Blick ersichtlich, welche Transportwege eine zu hohe Belastung aufweisen. Dadurch kann die rein produktivitätsorientierte Anordnung der Maschinen auf etwaige ergonomische Einflussgrößen Rücksicht nehmen. Die Ergonomie fließt als zusätzliches Kriterium in die Anordnung der Maschinen im Dreiecksraster ein.

Bei der Analyse der Ergebnisse hat sich der gelbe Bereich der Beurteilungsskala der Leitmerkmalmethode als weiteren Kritikpunkt herausgestellt. Wenn der LMM-Wert eines Arbeitsvorganges bzw. Transportweges im gelben Bereich liegt, bedeutet dies nicht automatisch eine zu hohe Belastung. Allerdings muss von Fall zu Fall genauer analysiert werden, ob eine Überbelastung besteht oder nicht. Dadurch kann nicht durch den ersten Blick auf das Layout festgestellt werden, ob hier unbedingter Handlungsbedarf von Nöten ist oder nicht.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass das Modell auf verschiedenen Ebenen Möglichkeiten zur ergonomischen Beeinflussung des Layouts bereits während der Layouterstellung bietet. Dabei ist allerdings auf die Kritikpunkte zu achten, damit die Anwendung auch sinnvoll und nachhaltig abläuft.

## 5.2 Ausblick

Neben Stärken und Schwächen wurden in der SWOT-Analyse auch Chancen und Risiken herausgearbeitet.

Durch die Programmierung eines eigenständigen Programmes für das Modell kann dieses weiterentwickelt werden. Ein eigenständiges Programm ermöglicht hinsichtlich der Funktionalität weitere Möglichkeiten. Dadurch muss auch nicht länger mit zwei unterschiedlichen Programmen gearbeitet werden, was die vorhandenen Schnittstellen überflüssig macht und somit auch die iterativen Schleifen ersetzt.

Eine alternative Weiterentwicklung des Modells wird durch das Hinterlegen von Datenbanken erreicht. Dadurch können die Daten besser und schneller verarbeitet werden und somit auch ein höherer Detaillierungsgrad leichter bewältigt werden. Auch ein benutzerdefiniertes Auslesen von Daten wird dadurch ermöglicht. Diese Datenbanken führen aber im gleichen Zug auch dazu, dass zu viele und zu genaue Analysen erstellt werden können. Eine solche Überanalyse lässt den eigentlichen Zweck des Modells, nämlich das Hinzufügen ergonomischer Komponenten in die Fabriklayoutplanung, ins Hintertreffen gelangen.

Eine weitere Chance, das Modell als zusätzliches Bewertungskriterium für verschiedene Layoutvarianten einfließen zu lassen, ist die hohe Kompatibilität mit anderen Methoden der Fabrikplanung. In Planung befindliche oder auch bereits fertig erstellte Layoutvarianten können mit dem Modell ergonomisch bewertet werden. Dieses Bewertungsergebnis kann entsprechend Einfluss auf die Planung nehmen oder ermöglicht die Auswahl der unterschiedlichen Layoutvarianten nach ergonomischen Kriterien.

Der Vorteil der Leitmerkmalmethode, dass es zur Analyse von Arbeitsvorgängen und Transportwegen keiner gesonderten Ausbildung bedarf, birgt auch ein Risiko. Durch Ungenauigkeiten bei der Anwendung werden die Ergebnisse verfälscht. Ebenfalls kann die zunehmende Automatisierung in Fabriken als Risiko gesehen werden. Das entwickelte Modell ist dafür ausgelegt, dass manuelle Arbeitsvorgänge analysiert werden. Mit zunehmender Automatisierung der Maschinen und auch des Materialtransportes wird das Anwendungsgebiet für das Modell kleiner.

Abschließend kann festgehalten werden, dass dieses Modell zur humanorientierten Fabriklayoutplanung durch mehrere Aspekte optimiert und weiterentwickelt werden kann. Neben diesen Chancen gilt es aber auch Rücksicht auf die bestehenden Risiken zu nehmen.

## 6 Anhang

### 6.1 VBA-Code der Makros aus Excel

#### 6.1.1 Tabellenblatt „Master HHT“

```
Sub HTH_1_1()  
    Range("E18").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "1"  
    Range("E18").Select  
End Sub
```

---

```
Sub HTH_1_2()  
    Range("E18").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "2"  
    Range("E18").Select  
End Sub
```

---

```
Sub HTH_1_4()  
    Range("E18").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "4"  
    Range("E18").Select  
End Sub
```

---

```
Sub HTH_1_6()  
    Range("E18").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "6"  
    Range("E18").Select  
End Sub
```

---

```
Sub HTH_1_8()  
    Range("E18").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "8"  
    Range("E18").Select  
End Sub
```

---

```
Sub HTH_1_10()  
    Range("E18").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "10"  
    Range("E18").Select  
End Sub
```

---

```
Sub HTH_2_1()  
    Range("E29").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "1"  
    Range("E29").Select  
End Sub
```

---

```
Sub HTH_2_2()  
    Range("E29").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "2"  
    Range("E29").Select  
End Sub
```

---

```
Sub HTH_2_4()  
    Range("E29").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "4"  
    Range("E29").Select  
End Sub
```

---

```
Sub HTH_2_7()  
    Range("E29").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "7"  
    Range("E29").Select  
End Sub
```

---

```
Sub HTH_2_25()  
    Range("E29").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "25"  
    Range("E29").Select  
End Sub
```

---

```
Sub HTH_3_1()  
    Range("E37").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "1"  
    Range("E37").Select  
End Sub
```

---

```
Sub HTH_3_2()  
    Range("E37").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "2"  
    Range("E37").Select  
End Sub
```

---

```
Sub HTH_3_4()  
    Range("E37").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "4"  
    Range("E37").Select  
End Sub
```

---

```
Sub HTH_3_8()  
    Range("E37").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "8"  
    Range("E37").Select  
End Sub
```

---

```
Sub HTH_4_0()  
    Range("E44").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "0"  
    Range("E44").Select  
End Sub
```

---

```
Sub HTH_4_1()  
    Range("E44").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "1"  
    Range("E44").Select  
End Sub
```

---

```
Sub HTH_4_2()  
    Range("E44").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "2"  
    Range("E44").Select  
End Sub
```

### 6.1.2 Tabellenblatt „Master ZS“

```
Sub ZS_1_1()  
    Range("F18").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "1"  
    Range("F18").Select  
End Sub
```

---

```
Sub ZS_1_2()  
    Range("F18").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "2"  
    Range("F18").Select  
End Sub
```

---

```
Sub ZS_1_4()  
    Range("F18").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "4"  
    Range("F18").Select  
End Sub
```

---

```
Sub ZS_1_6()  
    Range("F18").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "6"  
    Range("F18").Select  
End Sub
```

---

```
Sub ZS_1_8()  
    Range("F18").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "8"  
    Range("F18").Select  
End Sub
```

---

```
Sub ZS_1_10()  
    Range("F18").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "10"  
    Range("F18").Select  
End Sub
```

---

```
Sub ZS_2_10()  
    Range("F23").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "1"  
    Range("F23").Select  
End Sub  


---

  
Sub ZS_2_13()  
    Range("F23").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "1.3"  
    Range("F23").Select  
End Sub  


---

  
Sub ZS_3_05()  
    Range("F42").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "0.5"  
    Range("F42").Select  
End Sub  


---

  
Sub ZS_3_1()  
    Range("F42").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "1"  
    Range("F42").Select  
End Sub  


---

  
Sub ZS_3_15()  
    Range("F42").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "1.5"  
    Range("F42").Select  
End Sub  


---

  
Sub ZS_3_2()  
    Range("F42").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "2"  
    Range("F42").Select  
End Sub  


---

  
Sub ZS_3_3()  
    Range("F42").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "3"  
    Range("F42").Select  
End Sub  


---

  
Sub ZS_3_4()  
    Range("F42").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "4"  
    Range("F42").Select  
End Sub  


---

  
Sub ZS_3_5()  
    Range("F42").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "5"  
    Range("F42").Select  
End Sub  


---


```

```
Sub ZS_4_1()  
    Range("F49").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "1"  
    Range("F49").Select  
End Sub
```

---

```
Sub ZS_4_2()  
    Range("F49").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "2"  
    Range("F49").Select  
End Sub
```

---

```
Sub ZS_4_4()  
    Range("F49").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "4"  
    Range("F49").Select  
End Sub
```

---

```
Sub ZS_5_1()  
    Range("F57").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "1"  
    Range("F57").Select  
End Sub
```

---

```
Sub ZS_5_2()  
    Range("F57").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "2"  
    Range("F56").Select  
End Sub
```

---

```
Sub ZS_5_4()  
    Range("F57").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "4"  
    Range("F56").Select  
End Sub
```

---

```
Sub ZS_5_8()  
    Range("F57").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "8"  
    Range("F57").Select  
End Sub
```

---

```
Sub ZS_6_0()  
    Range("F65").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "0"  
    Range("F65").Select  
End Sub
```

---

```
Sub ZS_6_2()  
    Range("F65").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "2"  
    Range("F65").Select  
End Sub
```

---

```
Sub ZS_6_4()  
    Range("F65").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "4"  
    Range("F65").Select  
End Sub
```

---

```
Sub ZS_6_8()  
    Range("F65").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "8"  
    Range("F65").Select  
End Sub
```

### 6.1.3 Tabellenblatt „Master MAP“

```
Sub Reset()  
    Dim chb As CheckBox  
    For Each chb In ActiveSheet.CheckBoxes  
        chb.Value = False  
    Next  
End Sub
```

---

```
Sub MAP_1_1()  
    Range("M12").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "1"  
    Range("M12").Select  
End Sub
```

---

```
Sub MAP_1_15()  
    Range("M12").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "1,5"  
    Range("M12").Select  
End Sub
```

---

```
Sub MAP_1_2()  
    Range("M12").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "2"  
    Range("M12").Select  
End Sub
```

---

```
Sub MAP_1_25()  
    Range("M12").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "2,5"  
    Range("M12").Select  
End Sub
```

---

```
Sub MAP_1_3()  
    Range("M12").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "3"  
    Range("M12").Select  
End Sub
```

---

```
Sub MAP_1_35()  
    Range("M12").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "3,5"  
    Range("M12").Select  
End Sub
```

---

```
Sub MAP_1_4()  
    Range("M12").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "4"  
    Range("M12").Select  
End Sub
```

---

```
Sub MAP_1_45()  
    Range("M12").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "4,5"  
    Range("M12").Select  
End Sub
```

---

```
Sub MAP_1_5()  
    Range("M12").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "5"  
    Range("M12").Select  
End Sub
```

---

```
Sub MAP_1_55()  
    Range("M12").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "5,5"  
    Range("M12").Select  
End Sub
```

---

```
Sub MAP_2_0()  
    Range("M53").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "0"  
    Range("M53").Select  
End Sub
```

---

```
Sub MAP_2_2()  
    Range("M53").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "2"  
    Range("M53").Select  
End Sub
```

---

```
Sub MAP_2_4()  
    Range("M53").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "4"  
    Range("M53").Select  
End Sub
```

---

```
Sub MAP_3_0()  
    Range("M68").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "0"  
    Range("M68").Select  
End Sub
```

---

```
Sub MAP_3_1()  
    Range("M68").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "1"  
    Range("M68").Select  
End Sub
```

---

```
Sub MAP_3_2()  
    Range("M68").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "2"  
    Range("M68").Select  
End Sub
```

---

```
Sub MAP_4_0()  
    Range("M75").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "0"  
    Range("M75").Select  
End Sub
```

---

```
Sub MAP_4_1()  
    Range("M75").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "1"  
    Range("M75").Select  
End Sub
```

---

```
Sub MAP_4_2()  
    Range("M75").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "2"  
    Range("M75").Select  
End Sub
```

---

```
Sub MAP_5_0()  
    Range("M61").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "0"  
    Range("M61").Select  
End Sub
```

---

```
Sub MAP_5_1()  
    Range("M61").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "1"  
    Range("M61").Select  
End Sub
```

---

```
Sub MAP_5_2()  
    Range("M61").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "2"  
    Range("M61").Select  
End Sub
```

---

```
Sub MAP_5_3()  
    Range("M61").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "3"  
    Range("M61").Select  
End Sub
```

---

```
Sub MAP_6_0()  
    Range("M83").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "0"  
    Range("M83").Select  
End Sub
```

---

```
Sub MAP_6_1()  
    Range("M83").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "1"  
    Range("M83").Select  
End Sub
```

---

```
Sub MAP_6_3()  
    Range("M83").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "3"  
    Range("M83").Select  
End Sub
```

---

```
Sub MAP_6_5()  
    Range("M83").Select  
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "5"  
    Range("M83").Select  
End Sub
```

#### 6.1.4 Tabellenblatt „Übersicht“

```
Sub Maschine_HHT_hinzufügen()  
    Dim rng As Range  
    Dim Nummer As Long  
    Nummer = Sheets("Übersicht").Range("E8").Text  
    Set rng = Worksheets("Liste").Range("A:A").Find(Nummer)  
    If rng Is Nothing Then  
        Sheets("Liste").Select  
        Rows("2:2").Select  
        Selection.Insert Shift:=xlDown  
        Selection.RowHeight = 14.4  
        Rows("3:3").Select  
        Selection.Copy  
        Rows("2:2").Select  
        Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteFormats, Operation:=xlNone,  
        —  
        SkipBlanks:=False, Transpose:=False  
        Application.CutCopyMode = False  
        Range("J3").Select  
        Selection.Copy  
        Range("J2").Select  
        ActiveSheet.Paste  
        Range("K3").Select
```

```
Selection.Copy
Range("K2").Select
ActiveSheet.Paste
Range("A2").Select
Sheets("Übersicht").Select
Range("E8").Select
Selection.Copy
Sheets("Liste").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
SkipBlanks _
    :=False, Transpose:=False
Sheets("Übersicht").Select
Range("E9").Select
Application.CutCopyMode = False
Selection.Copy
Sheets("Liste").Select
Range("C2").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
SkipBlanks _
    :=False, Transpose:=False
Sheets("Übersicht").Select
Range("E10").Select
Application.CutCopyMode = False
Selection.Copy
Sheets("Liste").Select
Range("D2").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
SkipBlanks _
    :=False, Transpose:=False
Sheets("Übersicht").Select
Range("E11").Select
Application.CutCopyMode = False
Selection.Copy
Sheets("Liste").Select
Range("E2").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
SkipBlanks _
    :=False, Transpose:=False
Sheets("Übersicht").Select
Range("E12").Select
Application.CutCopyMode = False
Selection.Copy
Sheets("Liste").Select
Range("F2").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
SkipBlanks _
```

```
:=False, Transpose:=False
Sheets("Liste").Select
Sheets("MW HHT").Visible = True
Sheets("MW HHT").Select
Rows("5:5").Select
Selection.Insert Shift:=xlDown
Sheets("Übersicht").Select
Range("E8").Select
Selection.Copy
Sheets("MW HHT").Select
Range("A5").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
SkipBlanks _
:=False, Transpose:=False
Sheets("Master HHT").Visible = True
Sheets("Master HHT").Select
Application.CutCopyMode = False
Sheets("Master HHT").Copy Before:=Sheets(6)
Sheets("Master HHT (2)").Select
ActiveSheet.Unprotect
Sheets("Übersicht").Select
Range("E8").Select
Application.CutCopyMode = False
Selection.Copy
Sheets("Master HHT (2)").Select
Range("C3").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
SkipBlanks _
:=False, Transpose:=False
Sheets("Liste").Select
Range("H2").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "'Master HHT (2) '!R[2]C[-3]"
Range("I2").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "'Master HHT (2) '!R[3]C[-4]"
Rows("2:2").Select
Sheets("MW HHT").Select
Range("B5").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "'Master HHT (2) '!R[24]C[3]"
Range("C5").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "'Master HHT (2) '!R[32]C[2]"
Range("D5").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "'Master HHT (2) '!R[39]C[1]"
Range("E5").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "'Master HHT (2) '!R[13]C[0]"
Sheets("MW HHT").Visible = False
```

```
Sheets("Master HHT (2)").Select
Sheets("Master HHT (2)").Move Before:=Sheets(4)
Sheets("Master HHT (2)").Select
ActiveSheet.Name = Range("C3").Text
ActiveSheet.Protect
Sheets("Master HHT").Visible = False
Sheets("Liste").Select
    Columns("A:K").Select
ActiveWorkbook.Worksheets("Liste").Sort.SortFields.Clear
ActiveWorkbook.Worksheets("Liste").Sort.SortFields.Add
Key:=Range("A2:A100"), _
    SortOn:=xlSortOnValues,                Order:=xlAscending,
DataOption:=xlSortNormal
    ActiveWorkbook.Worksheets("Liste").Sort.SortFields.Add
Key:=Range("B2:B100"), _
    SortOn:=xlSortOnValues,                Order:=xlAscending,
DataOption:=xlSortNormal
    With ActiveWorkbook.Worksheets("Liste").Sort
        .SetRange Range("A1:K100")
        .Header = xlYes
        .MatchCase = False
        .Orientation = xlTopToBottom
        .SortMethod = xlPinYin
        .Apply
    End With
Range("A1").Select
Sheets("Übersicht").Select
Else
    MsgBox "Nummer " & Nummer & " bereits vergeben! Bitte eine
andere Nummer wählen!"
End If
Sheets("Übersicht").Select
End Sub
```

---

```
Sub Maschine_ZS_hinzufügen()
    Dim rng As Range
    Dim Nummer As Long

    Nummer = Sheets("Übersicht").Range("E8").Text
    Set rng = Worksheets("Liste").Range("A:A").Find(Nummer)
    If rng Is Nothing Then
        Sheets("Liste").Select
        Rows("2:2").Select
        Selection.Insert Shift:=xlDown
        Selection.RowHeight = 14.4
    End If
End Sub
```

```
Rows("3:3").Select
Selection.Copy
Rows("2:2").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteFormats, Operation:=xlNone,
-
    SkipBlanks:=False, Transpose:=False
Application.CutCopyMode = False
Range("J3").Select
Selection.Copy
Range("J2").Select
ActiveSheet.Paste
Range("K3").Select
Selection.Copy
Range("K2").Select
ActiveSheet.Paste
Range("A2").Select
Sheets("Übersicht").Select
Range("E8").Select
Selection.Copy
Sheets("Liste").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
SkipBlanks _
    :=False, Transpose:=False
Sheets("Übersicht").Select
Range("E9").Select
Application.CutCopyMode = False
Selection.Copy
Sheets("Liste").Select
Range("C2").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
SkipBlanks _
    :=False, Transpose:=False
Sheets("Übersicht").Select
Range("E10").Select
Application.CutCopyMode = False
Selection.Copy
Sheets("Liste").Select
Range("D2").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
SkipBlanks _
    :=False, Transpose:=False
Sheets("Übersicht").Select
Range("E11").Select
Application.CutCopyMode = False
Selection.Copy
Sheets("Liste").Select
```

```
Range("E2").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
SkipBlanks _
:=False, Transpose:=False
Sheets("Übersicht").Select
Range("E12").Select
Application.CutCopyMode = False
Selection.Copy
Sheets("Liste").Select
Range("F2").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
SkipBlanks _
:=False, Transpose:=False
Sheets("Liste").Select
Sheets("MW ZS").Visible = True
Sheets("MW ZS").Select
Rows("5:5").Select
Selection.Insert Shift:=xlDown
Sheets("Übersicht").Select
Range("E8").Select
Selection.Copy
Sheets("MW ZS").Select
Range("A5").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
SkipBlanks _
:=False, Transpose:=False
Sheets("Master ZS").Visible = True
Sheets("Master ZS").Select
Application.CutCopyMode = False
Sheets("Master ZS").Copy Before:=Sheets(6)
Sheets("Master ZS (2)").Select
ActiveSheet.Unprotect
Sheets("Übersicht").Select
Range("E8").Select
Application.CutCopyMode = False
Selection.Copy
Sheets("Master ZS (2)").Select
Range("C3").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
SkipBlanks _
:=False, Transpose:=False
Sheets("Liste").Select
Range("H2").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "'Master ZS (2)!'R[2]C[-3]"
Range("I2").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "'Master ZS (2)!'R[3]C[-4]"
```

```
Rows("2:2").Select
Sheets("MW ZS").Select
Range("B5").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "'Master ZS (2)'!R[37]C[4]"
Range("C5").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "'Master ZS (2)'!R[44]C[3]"
Range("D5").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "'Master ZS (2)'!R[52]C[2]"
Range("E5").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "'Master ZS (2)'!R[60]C[1]"
Range("F5").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "'Master ZS (2)'!R[18]C[0]"
Range("G5").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "'Master ZS (2)'!R[13]C[-1]"
Sheets("MW ZS").Visible = False
Sheets("Master ZS (2)").Select
Sheets("Master ZS (2)").Move Before:=Sheets(4)
Sheets("Master ZS (2)").Select
ActiveSheet.Name = Range("C3").Text
ActiveSheet.Protect
Sheets("Master ZS").Visible = False
Sheets("Liste").Select
    Columns("A:K").Select
ActiveWorkbook.Worksheets("Liste").Sort.SortFields.Clear
ActiveWorkbook.Worksheets("Liste").Sort.SortFields.Add
Key:=Range("A2:A100"), _
    SortOn:=xlSortOnValues,                Order:=xlAscending,
DataOption:=xlSortNormal
    ActiveWorkbook.Worksheets("Liste").Sort.SortFields.Add
Key:=Range("B2:B100"), _
    SortOn:=xlSortOnValues,                Order:=xlAscending,
DataOption:=xlSortNormal
    With ActiveWorkbook.Worksheets("Liste").Sort
        .SetRange Range("A1:K100")
        .Header = xlYes
        .MatchCase = False
        .Orientation = xlTopToBottom
        .SortMethod = xlPinYin
        .Apply
    End With
Range("A1").Select
Sheets("Übersicht").Select
    Else
        MsgBox "Nummer " & Nummer & " bereits vergeben! Bitte eine
andere Nummer wählen!"
    End If
```

```
Sheets("Übersicht").Select
End Sub
Sub Maschine_MAP_hinzufügen()
Dim rng As Range
Dim Nummer As Long
Nummer = Sheets("Übersicht").Range("E8").Text
Set rng = Worksheets("Liste").Range("A:A").Find(Nummer)
If rng Is Nothing Then
Sheets("Liste").Select
Rows("2:2").Select
Selection.Insert Shift:=xlDown
Selection.RowHeight = 14.4
Rows("3:3").Select
Selection.Copy
Rows("2:2").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteFormats, Operation:=xlNone,
-
SkipBlanks:=False, Transpose:=False
Application.CutCopyMode = False
Range("J3").Select
Selection.Copy
Range("J2").Select
ActiveSheet.Paste
Range("K3").Select
Selection.Copy
Range("K2").Select
ActiveSheet.Paste
Range("A2").Select
Sheets("Übersicht").Select
Range("E8").Select
Selection.Copy
Sheets("Liste").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
SkipBlanks _
:=False, Transpose:=False
Sheets("Übersicht").Select
Range("E9").Select
Application.CutCopyMode = False
Selection.Copy
Sheets("Liste").Select
Range("C2").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
SkipBlanks _
:=False, Transpose:=False
Sheets("Übersicht").Select
```

```
Range("E10").Select
Application.CutCopyMode = False
Selection.Copy
Sheets("Liste").Select
Range("D2").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
SkipBlanks _
    :=False, Transpose:=False
Sheets("Übersicht").Select
Range("E11").Select
Application.CutCopyMode = False
Selection.Copy
Sheets("Liste").Select
Range("E2").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
SkipBlanks _
    :=False, Transpose:=False
Sheets("Übersicht").Select
Range("E12").Select
Application.CutCopyMode = False
Selection.Copy
Sheets("Liste").Select
Range("F2").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
SkipBlanks _
    :=False, Transpose:=False
Sheets("Liste").Select
Sheets("MW MAP").Visible = True
Sheets("MW MAP").Select
Rows("5:5").Select
Selection.Insert Shift:=xlDown
Sheets("Übersicht").Select
Range("E8").Select
Selection.Copy
Sheets("MW MAP").Select
Range("A5").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
SkipBlanks _
    :=False, Transpose:=False
Sheets("Master MAP").Visible = True
Sheets("Master MAP").Select
Application.CutCopyMode = False
Sheets("Master MAP").Copy Before:=Sheets(6)
Sheets("Master MAP (2)").Select
ActiveSheet.Unprotect
Sheets("Übersicht").Select
```

```
Range("E8").Select
Application.CutCopyMode = False
Selection.Copy
Sheets("Master MAP (2)").Select
Range("AA3").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
SkipBlanks _
    :=False, Transpose:=False
Range("A1").Select
Sheets("Liste").Select
Range("H2").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "'Master MAP (2)'!R[4]C[-2]"
Range("I2").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "'Master MAP (2)'!R[5]C[-3]"
Rows("2:2").Select
Sheets("MW MAP").Select
Range("B5").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=VALUE('Master MAP (2)'!R[85]C[2])"
Range("C5").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "'Master MAP (2)'!R[48]C[10]"
Range("D5").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "'Master MAP (2)'!R[56]C[9]"
Range("E5").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "'Master MAP (2)'!R[63]C[8]"
Range("F5").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "'Master MAP (2)'!R[70]C[7]"
Range("G5").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "'Master MAP (2)'!R[78]C[6]"
Range("H5").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=VALUE('Master MAP (2)'!R[7]C[5])"
Range("H5").Select
Sheets("MW MAP").Visible = False
Sheets("Master MAP (2)").Select
Sheets("Master MAP (2)").Move Before:=Sheets(4)
Sheets("Master MAP (2)").Select
ActiveSheet.Name = Range("F3").Text
ActiveSheet.Protect
Sheets("Master MAP").Visible = False
Sheets("Liste").Select
    Columns("A:K").Select
ActiveWorkbook.Worksheets("Liste").Sort.SortFields.Clear
ActiveWorkbook.Worksheets("Liste").Sort.SortFields.Add
Key:=Range("A2:A100"), _
    SortOn:=xlSortOnValues, Order:=xlAscending,
DataOption:=xlSortNormal
```

```
ActiveWorkbook.Worksheets("Liste").Sort.SortFields.Add
Key:=Range("B2:B100"), _
    SortOn:=xlSortOnValues,           Order:=xlAscending,
DataOption:=xlSortNormal
With ActiveWorkbook.Worksheets("Liste").Sort
    .SetRange Range("A1:K100")
    .Header = xlYes
    .MatchCase = False
    .Orientation = xlTopToBottom
    .SortMethod = xlPinYin
    .Apply
End With
Range("A1").Select
Sheets("Übersicht").Select
Else
    MsgBox "Nummer " & Nummer & " bereits vergeben! Bitte eine
andere Nummer wählen!"
End If
Sheets("Übersicht").Select
End Sub
```

---

```
Sub Weg_HHT_hinzufügen()
    Dim rng As Range
    Dim Nummer As Long
    Nummer = Sheets("Übersicht").Range("E17").Text
    Set rng = Worksheets("Gesamtweglängen").Range("A:A").Find(Nummer)
    If rng Is Nothing Then
        Sheets("Gesamtweglängen").Select
        Rows("2:2").Select
        Selection.Insert Shift:=xlDown
        Selection.RowHeight = 14.4
        Rows("3:3").Select
        Selection.Copy
        Rows("2:2").Select
        Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteFormats, Operation:=xlNone,
-
        SkipBlanks:=False, Transpose:=False
        Application.CutCopyMode = False
        Range("G3").Select
        Selection.Copy
        Range("G2").Select
        ActiveSheet.Paste
        Range("H3").Select
        Selection.Copy
        Range("H2").Select
        ActiveSheet.Paste
```

```
Range("A2").Select
Sheets("Übersicht").Select
Range("E17").Select
Selection.Copy
Sheets("Gesamtweglängen").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
SkipBlanks _
    :=False, Transpose:=False
Sheets("Übersicht").Select
Range("E18").Select
Application.CutCopyMode = False
Selection.Copy
Sheets("Gesamtweglängen").Select
Range("B2").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
SkipBlanks _
    :=False, Transpose:=False
Sheets("Übersicht").Select
Range("E19").Select
Application.CutCopyMode = False
Selection.Copy
Sheets("Gesamtweglängen").Select
Range("C2").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
SkipBlanks _
    :=False, Transpose:=False
Sheets("Übersicht").Select
Range("E20").Select
Application.CutCopyMode = False
Selection.Copy
Sheets("Gesamtweglängen").Select
Range("D2").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
SkipBlanks _
    :=False, Transpose:=False
Sheets("Gesamtweglängen").Select
Sheets("MW HHT").Visible = True
Sheets("MW HHT").Select
Rows("5:5").Select
Selection.Insert Shift:=xlDown
Sheets("Übersicht").Select
Range("E17").Select
Selection.Copy
Sheets("MW HHT").Select
Range("A5").Select
```

```
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
SkipBlanks _
    :=False, Transpose:=False
Sheets("Master HHT").Visible = True
Sheets("Master HHT").Select
Application.CutCopyMode = False
Sheets("Master HHT").Copy Before:=Sheets(6)
Sheets("Master HHT (2)").Select
ActiveSheet.Unprotect
Sheets("Übersicht").Select
Range("E17").Select
Application.CutCopyMode = False
Selection.Copy
Sheets("Master HHT (2)").Select
Range("C3").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
SkipBlanks _
    :=False, Transpose:=False
Sheets("Gesamtweglängen").Select
Range("E2").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "'Master HHT (2) '!R[2]C[0]"
Range("F2").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "'Master HHT (2) '!R[3]C[-1]"
Rows("2:2").Select
Sheets("MW HHT").Select
Range("B5").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "'Master HHT (2) '!R[24]C[3]"
Range("C5").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "'Master HHT (2) '!R[32]C[2]"
Range("D5").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "'Master HHT (2) '!R[39]C[1]"
Range("E5").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "'Master HHT (2) '!R[13]C[0]"
Sheets("MW HHT").Visible = False
Sheets("Master HHT (2)").Select
Sheets("Master HHT (2)").Move Before:=Sheets(4)
Sheets("Master HHT (2)").Select
ActiveSheet.Name = Range("C3").Text
ActiveSheet.Protect
Sheets("Master HHT").Visible = False
Sheets("Gesamtweglängen").Select
    Columns("A:F").Select
ActiveWorkbook.Worksheets("Gesamtweglängen").Sort.SortFields.Clear
ActiveWorkbook.Worksheets("Gesamtweglängen").Sort.SortFields.Add
Key:=Range("A2:A100"), _
```

```
SortOn:=xlSortOnValues, Order:=xlAscending,
DataOption:=xlSortNormal
With ActiveWorkbook.Worksheets("Gesamtweglängen").Sort
    .SetRange Range("A1:F100")
    .Header = xlYes
    .MatchCase = False
    .Orientation = xlTopToBottom
    .SortMethod = xlPinYin
    .Apply
End With
Range("A1").Select
Sheets("Übersicht").Select
Else
    MsgBox "Nummer " & Nummer & " bereits vergeben! Bitte eine
andere Nummer wählen!"
End If
Sheets("Übersicht").Select
End Sub
```

---

```
Sub Weg_ZS_hinzufügen()
    Dim rng As Range
    Dim Nummer As Long
    Nummer = Sheets("Übersicht").Range("E17").Text
    Set rng = Worksheets("Gesamtweglängen").Range("A:A").Find(Nummer)
    If rng Is Nothing Then
        Sheets("Gesamtweglängen").Select
        Rows("2:2").Select
        Selection.Insert Shift:=xlDown
        Selection.RowHeight = 14.4
        Rows("3:3").Select
        Selection.Copy
        Rows("2:2").Select
        Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteFormats, Operation:=xlNone,
-
        SkipBlanks:=False, Transpose:=False
        Application.CutCopyMode = False
        Range("G3").Select
        Selection.Copy
        Range("G2").Select
        ActiveSheet.Paste
        Range("H3").Select
        Selection.Copy
        Range("H2").Select
        ActiveSheet.Paste
        Range("A2").Select
        Sheets("Übersicht").Select
```

```
Range("E17").Select
Selection.Copy
Sheets("Gesamtweglängen").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
SkipBlanks _
    :=False, Transpose:=False
Sheets("Übersicht").Select
Range("E18").Select
Application.CutCopyMode = False
Selection.Copy
Sheets("Gesamtweglängen").Select
Range("B2").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
SkipBlanks _
    :=False, Transpose:=False
Sheets("Übersicht").Select
Range("E19").Select
Application.CutCopyMode = False
Selection.Copy
Sheets("Gesamtweglängen").Select
Range("C2").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
SkipBlanks _
    :=False, Transpose:=False
Sheets("Übersicht").Select
Range("E20").Select
Application.CutCopyMode = False
Selection.Copy
Sheets("Gesamtweglängen").Select
Range("D2").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
SkipBlanks _
    :=False, Transpose:=False
Sheets("Gesamtweglängen").Select
Sheets("MW ZS").Visible = True
Sheets("MW ZS").Select
Rows("5:5").Select
Selection.Insert Shift:=xlDown
Sheets("Übersicht").Select
Range("E17").Select
Selection.Copy
Sheets("MW ZS").Select
Range("A5").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
SkipBlanks _
    :=False, Transpose:=False
```

```
Sheets("Master ZS").Visible = True
Sheets("Master ZS").Select
Application.CutCopyMode = False
Sheets("Master ZS").Copy Before:=Sheets(6)
Sheets("Master ZS (2)").Select
ActiveSheet.Unprotect
Sheets("Übersicht").Select
Range("E17").Select
Application.CutCopyMode = False
Selection.Copy
Sheets("Master ZS (2)").Select
Range("C3").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone,
SkipBlanks _
    :=False, Transpose:=False
Sheets("Gesamtweglängen").Select
Range("E2").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "'Master ZS (2)'!R[2]C[0]"
Range("F2").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "'Master ZS (2)'!R[3]C[-1]"
Rows("2:2").Select
Sheets("MW ZS").Select
Range("B5").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "'Master ZS (2)'!R[37]C[4]"
Range("C5").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "'Master ZS (2)'!R[44]C[3]"
Range("D5").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "'Master ZS (2)'!R[52]C[2]"
Range("E5").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "'Master ZS (2)'!R[60]C[1]"
Range("F5").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "'Master ZS (2)'!R[18]C[0]"
Range("G5").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "'Master ZS (2)'!R[13]C[-1]"
Sheets("MW ZS").Visible = False
Sheets("Master ZS (2)").Select
Sheets("Master ZS (2)").Move Before:=Sheets(4)
Sheets("Master ZS (2)").Select
ActiveSheet.Name = Range("C3").Text
ActiveSheet.Protect
Sheets("Master ZS").Visible = False
Sheets("Gesamtweglängen").Select
    Columns("A:F").Select
ActiveWorkbook.Worksheets("Gesamtweglängen").Sort.SortFields.Clear
    ActiveWorkbook.Worksheets("Gesamtweglängen").Sort.SortFields.Add
Key:=Range("A2:A100"), _
```

```
SortOn:=xlSortOnValues, Order:=xlAscending,
DataOption:=xlSortNormal
With ActiveWorkbook.Worksheets("Gesamtweglängen").Sort
    .SetRange Range("A1:F100")
    .Header = xlYes
    .MatchCase = False
    .Orientation = xlTopToBottom
    .SortMethod = xlPinYin
    .Apply
End With
Range("A1").Select
Sheets("Übersicht").Select
Else
    MsgBox "Nummer " & Nummer & " bereits vergeben! Bitte eine
andere Nummer wählen!"
End If
Sheets("Übersicht").Select
End Sub
```

---

```
Sub Wegabschnitte_hinzufügen()
    Dim i As Integer
    For i = 26 To 35
        If Cells(i, 4) = "" Then Exit For
        Sheets("Liste").Select
        Rows("2:2").Select
        Selection.Insert Shift:=xlDown
        Selection.RowHeight = 14.4
        Rows("3:3").Select
        Selection.Copy
        Rows("2:2").Select
        Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteFormats,
Operation:=xlNone, _
        SkipBlanks:=False, Transpose:=False
        Application.CutCopyMode = False
        Range("J3").Select
        Selection.Copy
        Range("J2").Select
        ActiveSheet.Paste
        Range("K3").Select
        Selection.Copy
        Range("K2").Select
        ActiveSheet.Paste
        Range("A2").Select
        Sheets("Übersicht").Select
        Cells(i, 4).Select
        Selection.Copy
```

```
Sheets("Liste").Select
Selection.PasteSpecial          Paste:=xlPasteValues,
Operation:=xlNone, SkipBlanks _
    :=False, Transpose:=False
Sheets("Übersicht").Select
Cells(i, 5).Select
Application.CutCopyMode = False
Selection.Copy
Sheets("Liste").Select
Range("B2").Select
Selection.PasteSpecial          Paste:=xlPasteValues,
Operation:=xlNone, SkipBlanks _
    :=False, Transpose:=False
Sheets("Übersicht").Select
Cells(i, 6).Select
Application.CutCopyMode = False
Selection.Copy
Sheets("Liste").Select
Range("C2").Select
Selection.PasteSpecial          Paste:=xlPasteValues,
Operation:=xlNone, SkipBlanks _
    :=False, Transpose:=False
Sheets("Übersicht").Select
Cells(i, 7).Select
Application.CutCopyMode = False
Selection.Copy
Sheets("Liste").Select
Range("D2").Select
Selection.PasteSpecial          Paste:=xlPasteValues,
Operation:=xlNone, SkipBlanks _
    :=False, Transpose:=False
Sheets("Übersicht").Select
Cells(i, 8).Select
Application.CutCopyMode = False
Selection.Copy
Sheets("Liste").Select
Range("G2").Select
Selection.PasteSpecial          Paste:=xlPasteValues,
Operation:=xlNone, SkipBlanks _
    :=False, Transpose:=False
Sheets("Liste").Select
Range("H2").FormulaLocal      =
"=SVERWEIS($A2;Gesamtweglängen!$A:$F;5)"
Range("I2").FormulaLocal      =
"=SVERWEIS($A2;GESamtweglängen!$A:$F;6)"
Rows("2:2").Select
```

```
        Range("A1").Select
        Sheets("Übersicht").Select
    Next i
    Sheets("Liste").Select
    Columns("A:I").Select
    ActiveWorkbook.Worksheets("Liste").Sort.SortFields.Clear
    ActiveWorkbook.Worksheets("Liste").Sort.SortFields.Add
Key:=Range("A2:A100"), _
        SortOn:=xlSortOnValues,                Order:=xlAscending,
DataOption:=xlSortNormal
    ActiveWorkbook.Worksheets("Liste").Sort.SortFields.Add
Key:=Range("B2:B100"), _
        SortOn:=xlSortOnValues,                Order:=xlAscending,
DataOption:=xlSortNormal
    With ActiveWorkbook.Worksheets("Liste").Sort
        .SetRange Range("A1:I100")
        .Header = xlYes
        .MatchCase = False
        .Orientation = xlTopToBottom
        .SortMethod = xlPinYin
        .Apply
    End With
    Sheets("Übersicht").Select
    Range("A1").Select
End Sub
```

## 6.2 Tabellenblätter aus Excel

Nummer	Teilnummer	Bezeichnung	Attribut	Breite	Höhe	Länge	LMM_Typ	LMM_Wert	MW_Methode	MW_Overall
101		Längsprofilfräsen	Maschine	2 m	2,2 m		HHT	9	9,26	26,82
102		Waschen	Maschine	2 m	1,5 m		HHT	14	9,26	26,82
103		Einlagerung	Shuttle	5 m	2 m		HHT	56	9,26	26,82
104		Prägen	Maschine	1,4 m	1,7 m		HHT	56	9,26	26,82
105		Codierung	Maschine	2,4 m	3,6 m		MAP	8	29,49	26,82
106		Entgraten	Maschine	2 m	1,3 m		MAP	23	29,49	26,82
107		Einlagerung	Shuttle	15 m	2,5 m		HHT	20	9,26	26,82
131		Rundtakt	Maschine	13 m	5 m		HHT	60	9,26	26,82
132		Umschichten	Arbeitsvorgang	2 m	2 m		MAP	24	29,49	26,82
133		Einlagerung	Zwischenlager	1,5 m	20 m		HHT	60	9,26	26,82
134		Vernieten	Maschine	2 m	2 m		MAP	30	29,49	26,82
135		Gehäusemodule	Maschine	2,5 m	7 m		HHT	24	9,26	26,82
136		Mantelschleifen	Maschine	3 m	3 m		HHT	28	9,26	26,82
137		Galvanik	Maschine	10 m	4 m		MAP	48	29,49	26,82
138		Aufbohrsicherung	Maschine	2 m	2 m		MAP	44	29,49	26,82
161		Stangenschneiden	Maschine	3 m	5,6 m		HHT	28	9,26	26,82
162		CNC-Maschine	Maschine	3 m	2,5 m		MAP	26,25	29,49	26,82
163		Waschen	Maschine	4,5 m	2,3 m		HHT	28	9,26	26,82
164		Umschichten	Arbeitsvorgang	2 m	2 m		MAP	24	29,49	26,82
165		Sperrkanalräumung	Maschine	1,5 m	2 m		MAP	30	29,49	26,82
166		Schlüsselprofilräumung	Maschine	1,5 m	3,5 m		MAP	20	29,49	26,82
167		Schleiferei	Maschine	2 m	1,5 m		MAP	40,5	29,49	26,82
168		Aufbohrsicherung	Arbeitsvorgang	1,8 m	1,5 m		MAP	31,5	29,49	26,82
169		Entgraten	Maschine	1,5 m	3,5 m		MAP	23	29,49	26,82
201	1	Schlüssel 1	Weg			8 m	HHT	9	9,26	26,82
202	1	Schlüssel 2	Weg			9 m	HHT	9	9,26	26,82
202	2	Schlüssel 2	Weg			8 m	HHT	9	9,26	26,82
202	3	Schlüssel 2	Weg			3 m	HHT	9	9,26	26,82
202	4	Schlüssel 2	Weg			3 m	HHT	9	9,26	26,82
203	1	Schlüssel 3	Weg			8 m	HHT	28	9,26	26,82
204	1	Schlüssel 4	Weg			3 m	HHT	16	9,26	26,82
204	2	Schlüssel 4	Weg			6 m	HHT	16	9,26	26,82
204	3	Schlüssel 4	Weg			10 m	HHT	16	9,26	26,82
204	4	Schlüssel 4	Weg			13 m	HHT	16	9,26	26,82
205	1	Schlüssel 5	Weg			41 m	ZS	20	35,23	26,82
205	2	Schlüssel 5	Weg			20 m	ZS	20	35,23	26,82
205	3	Schlüssel 5	Weg			21 m	ZS	20	35,23	26,82
205	4	Schlüssel 5	Weg			3 m	ZS	20	35,23	26,82
206	1	Schlüssel 6	Weg			3 m	ZS	20	35,23	26,82
206	2	Schlüssel 6	Weg			21 m	ZS	20	35,23	26,82
206	3	Schlüssel 6	Weg			20 m	ZS	20	35,23	26,82
206	4	Schlüssel 6	Weg			60 m	ZS	20	35,23	26,82
206	5	Schlüssel 6	Weg			17 m	ZS	20	35,23	26,82
206	6	Schlüssel 6	Weg			11 m	ZS	20	35,23	26,82
206	7	Schlüssel 6	Weg			7 m	ZS	20	35,23	26,82
231	1	Gehäuse 1	Weg			4 m	ZS	14	35,23	26,82
231	2	Gehäuse 1	Weg			60 m	ZS	14	35,23	26,82
231	3	Gehäuse 1	Weg			18 m	ZS	14	35,23	26,82
231	4	Gehäuse 1	Weg			13 m	ZS	14	35,23	26,82
231	5	Gehäuse 1	Weg			4 m	ZS	14	35,23	26,82
231	6	Gehäuse 1	Weg			5 m	ZS	14	35,23	26,82
231	7	Gehäuse 1	Weg			17 m	ZS	14	35,23	26,82
232	1	Gehäuse 2	Weg			2 m	ZS	56	35,23	26,82
232	2	Gehäuse 2	Weg			20 m	ZS	56	35,23	26,82
232	3	Gehäuse 2	Weg			5 m	ZS	56	35,23	26,82
232	4	Gehäuse 2	Weg			4 m	ZS	56	35,23	26,82
232	5	Gehäuse 2	Weg			13 m	ZS	56	35,23	26,82
232	6	Gehäuse 2	Weg			18 m	ZS	56	35,23	26,82
232	7	Gehäuse 2	Weg			9 m	ZS	56	35,23	26,82
232	8	Gehäuse 2	Weg			17 m	ZS	56	35,23	26,82
232	9	Gehäuse 2	Weg			7 m	ZS	56	35,23	26,82
233	1	Gehäuse 3	Weg			7 m	HHT	30	9,26	26,82
234	1	Gehäuse 4	Weg			6 m	ZS	40	35,23	26,82
234	2	Gehäuse 4	Weg			51 m	ZS	40	35,23	26,82
234	3	Gehäuse 4	Weg			3 m	ZS	40	35,23	26,82
234	4	Gehäuse 4	Weg			21 m	ZS	40	35,23	26,82
234	5	Gehäuse 4	Weg			6 m	ZS	40	35,23	26,82
235	1	Gehäuse 5	Weg			18 m	HHT	56	9,26	26,82

Abbildung 84: Liste aus Detailszenario Teil 1

236	1	Gehäuse 6	Weg		2 m	ZS	40	35,23	26,82
236	2	Gehäuse 6	Weg		11 m	ZS	40	35,23	26,82
236	3	Gehäuse 6	Weg		18 m	ZS	40	35,23	26,82
236	4	Gehäuse 6	Weg		3 m	ZS	40	35,23	26,82
236	5	Gehäuse 6	Weg		55 m	ZS	40	35,23	26,82
237	1	Gehäuse 7	Weg		5 m	ZS	40	35,23	26,82
237	2	Gehäuse 7	Weg		16 m	ZS	40	35,23	26,82
237	3	Gehäuse 7	Weg		8 m	ZS	40	35,23	26,82
237	4	Gehäuse 7	Weg		17 m	ZS	40	35,23	26,82
237	5	Gehäuse 7	Weg		11 m	ZS	40	35,23	26,82
237	6	Gehäuse 7	Weg		8 m	ZS	40	35,23	26,82
261	1	Kern 1	Weg		7 m	ZS	9	35,23	26,82
262	1	Kern 2	Weg		5 m	ZS	40	35,23	26,82
262	2	Kern 2	Weg		28 m	ZS	40	35,23	26,82
262	3	Kern 2	Weg		59 m	ZS	40	35,23	26,82
262	4	Kern 2	Weg		19 m	ZS	40	35,23	26,82
262	5	Kern 2	Weg		8 m	ZS	40	35,23	26,82
263	1	Kern 3	Weg		5 m	ZS	40	35,23	26,82
263	2	Kern 3	Weg		19 m	ZS	40	35,23	26,82
263	3	Kern 3	Weg		63 m	ZS	40	35,23	26,82
263	4	Kern 3	Weg		24 m	ZS	40	35,23	26,82
263	5	Kern 3	Weg		6 m	ZS	40	35,23	26,82
263	6	Kern 3	Weg		15 m	ZS	40	35,23	26,82
264	1	Kern 4	Weg		15 m	ZS	40	35,23	26,82
264	2	Kern 4	Weg		7 m	ZS	40	35,23	26,82
264	3	Kern 4	Weg		22 m	ZS	40	35,23	26,82
264	4	Kern 4	Weg		18 m	ZS	40	35,23	26,82
264	5	Kern 4	Weg		12 m	ZS	40	35,23	26,82
264	6	Kern 4	Weg		5 m	ZS	40	35,23	26,82
264	7	Kern 4	Weg		5 m	ZS	40	35,23	26,82
264	8	Kern 4	Weg		19 m	ZS	40	35,23	26,82
264	9	Kern 4	Weg		3 m	ZS	40	35,23	26,82
265	1	Kern 5	Weg		2 m	ZS	40	35,23	26,82
265	2	Kern 5	Weg		24 m	ZS	40	35,23	26,82
265	3	Kern 5	Weg		8 m	ZS	40	35,23	26,82
265	4	Kern 5	Weg		5 m	ZS	40	35,23	26,82
265	5	Kern 5	Weg		10 m	ZS	40	35,23	26,82
265	6	Kern 5	Weg		18 m	ZS	40	35,23	26,82
265	7	Kern 5	Weg		20 m	ZS	40	35,23	26,82
265	8	Kern 5	Weg		10 m	ZS	40	35,23	26,82
265	9	Kern 5	Weg		6 m	ZS	40	35,23	26,82
266	1	Kern 6	Weg		8 m	ZS	40	35,23	26,82
266	2	Kern 6	Weg		9 m	ZS	40	35,23	26,82
266	3	Kern 6	Weg		21 m	ZS	40	35,23	26,82
266	4	Kern 6	Weg		17 m	ZS	40	35,23	26,82
266	5	Kern 6	Weg		13 m	ZS	40	35,23	26,82
266	6	Kern 6	Weg		8 m	ZS	40	35,23	26,82
267	1	Kern 7	Weg		6 m	ZS	40	35,23	26,82
267	2	Kern 7	Weg		12 m	ZS	40	35,23	26,82
267	3	Kern 7	Weg		15 m	ZS	40	35,23	26,82
267	4	Kern 7	Weg		64 m	ZS	40	35,23	26,82
267	5	Kern 7	Weg		23 m	ZS	40	35,23	26,82
267	6	Kern 7	Weg		20 m	ZS	40	35,23	26,82
268	1	Kern 8	Weg		4 m	HHT	60	9,26	26,82
268	2	Kern 8	Weg		10 m	HHT	60	9,26	26,82
269	1	Kern 9	Weg		3 m	ZS	40	35,23	26,82
269	2	Kern 9	Weg		10 m	ZS	40	35,23	26,82
269	3	Kern 9	Weg		18 m	ZS	40	35,23	26,82
269	4	Kern 9	Weg		20 m	ZS	40	35,23	26,82
269	5	Kern 9	Weg		62 m	ZS	40	35,23	26,82
269	6	Kern 9	Weg		21 m	ZS	40	35,23	26,82
269	7	Kern 9	Weg		13 m	ZS	40	35,23	26,82
269	8	Kern 9	Weg		7 m	ZS	40	35,23	26,82
270	1	Kern 10	Weg		4 m	HHT	28	9,26	26,82
271	1	Kern 11	Weg		12 m	ZS	40	35,23	26,82
271	2	Kern 11	Weg		30 m	ZS	40	35,23	26,82
271	3	Kern 11	Weg		8 m	ZS	40	35,23	26,82
		Gesamt LMM						#NV	26,82

Abbildung 85: Liste aus Detailszenario Teil 2



Mittelwerte:	25	2,94737	1,05263158	2,315789474	9,26315789
Nummer	Lastwichtung	Haltung	Ausführung	Zweitwichtung	
235	25	2	1	2	
270	25	2	1	1	
268	25	4	1	2	
233	25	4	1	1	
204	1	2	1	4	
203	25	2	1	1	
202	4	4	1	1	
201	4	4	1	1	
163	4	2	1	4	
161	1	4	2	4	
136	4	2	1	4	
135	1	4	1	4	
133	25	4	1	2	
131	25	4	1	2	
107	2	2	1	4	
104	25	2	1	2	
103	25	2	1	2	
102	4	2	1	2	
101	4	4	1	1	

Abbildung 88: Tabellenblatt "MW HHT"

Mittelwerte:	2,1875	2,125	2,125	4	1	3,375	35,2265625
Nummer	Lastwichtung	Geschwindigkeit	Haltungswichtung	Ausführung	Geschlecht	Zweitwichtung	
261	1	2	2	4	1	1	
271	2	2	2	4	1	4	
269	2	2	2	4	1	4	
267	2	2	2	4	1	4	
266	2	2	2	4	1	4	
265	2	2	2	4	1	4	
264	2	2	2	4	1	4	
263	2	2	2	4	1	4	
262	2	2	2	4	1	4	
237	2	2	2	4	1	4	
236	2	2	2	4	1	4	
234	2	2	2	4	1	4	
232	4	4	2	4	1	4	
231	4	2	4	4	1	1	
206	2	2	2	4	1	2	
205	2	2	2	4	1	2	

Abbildung 89: Tabellenblatt "MW ZS"

Mittelwerte:	3,769230769	2,923076923	0,923076923	0,923076923	1	2,076923077	2,538461538	29,4852071
Nummer	Hand	Kraft	Armstellung	Organisation	Ausführung	Haltungswichtung	Zweitwichtung	
169	3,5	4	1	1	1	1	1	2
168	5,5	2	0	1	1	1	1	3
167	3,5	4	1	1	1	1	3	3
166	0	4	1	1	1	1	1	2,5
165	2	4	1	1	1	1	3	2,5
164	6	4	1	1	1	1	3	1,5
162	7,5	4	1	1	1	1	3	1,5
138	5	2	1	1	1	1	1	4
137	4	2	1	1	1	1	3	4
134	1,5	2	1	1	1	1	1	4
132	6	2	1	1	1	1	1	2
106	3,5	2	1	1	1	1	3	2
105	1	2	1	0	1	1	3	1

Abbildung 90: Tabellenblatt "MW MAP"

## 6.3 Shape-Bericht

<b>Gesamtweglängenabfrage</b>					
	<b>Nummer</b>	<b>Teilnummer</b>	<b>Bezeichnung</b>	<b>Attribut</b>	<b>Breite</b>
	201	1	Schlüssel 1	Weg	8 m
<b>Gesamt</b>					8 m
	202	1	Schlüssel 2	Weg	9 m
	202	2	Schlüssel 2	Weg	8 m
	202	3	Schlüssel 2	Weg	3 m
	202	4	Schlüssel 2	Weg	3 m
<b>Gesamt</b>					25 m
	203	1	Schlüssel 3	Weg	8 m
<b>Gesamt</b>					8 m
	204	1	Schlüssel 4	Weg	3 m
	204	2	Schlüssel 4	Weg	6 m
	204	3	Schlüssel 4	Weg	10 m
	204	4	Schlüssel 4	Weg	13 m
<b>Gesamt</b>					32 m
	205	1	Schlüssel 5	Weg	41 m
	205	2	Schlüssel 5	Weg	20 m
	205	3	Schlüssel 5	Weg	21 m
	205	4	Schlüssel 5	Weg	3 m
<b>Gesamt</b>					85 m
	206	1	Schlüssel 6	Weg	3 m
	206	2	Schlüssel 6	Weg	21 m
	206	3	Schlüssel 6	Weg	20 m
	206	4	Schlüssel 6	Weg	60 m
	206	5	Schlüssel 6	Weg	17 m
	206	6	Schlüssel 6	Weg	11 m
	206	7	Schlüssel 6	Weg	7 m
<b>Gesamt</b>					139 m
	231	1	Gehäuse 1	Weg	4 m
	231	2	Gehäuse 1	Weg	60 m
	231	3	Gehäuse 1	Weg	18 m
	231	4	Gehäuse 1	Weg	13 m
	231	5	Gehäuse 1	Weg	4 m
	231	6	Gehäuse 1	Weg	5 m
	231	7	Gehäuse 1	Weg	17 m
<b>Gesamt</b>					121 m
	232	1	Gehäuse 2	Weg	2 m
	232	2	Gehäuse 2	Weg	20 m
	232	3	Gehäuse 2	Weg	5 m
	232	4	Gehäuse 2	Weg	4 m
	232	5	Gehäuse 2	Weg	13 m
	232	6	Gehäuse 2	Weg	18 m
	232	7	Gehäuse 2	Weg	9 m
	232	8	Gehäuse 2	Weg	17 m
	232	9	Gehäuse 2	Weg	7 m
<b>Gesamt</b>					95 m

Abbildung 91: Shape-Bericht Teil 1

	233	1	Gehäuse 3	Weg	7 m
<b>Gesamt</b>					7 m
	234	1	Gehäuse 4	Weg	6 m
	234	2	Gehäuse 4	Weg	51 m
	234	3	Gehäuse 4	Weg	3 m
	234	4	Gehäuse 4	Weg	21 m
	234	5	Gehäuse 4	Weg	6 m
<b>Gesamt</b>					87 m
	235	1	Gehäuse 5	Weg	18 m
<b>Gesamt</b>					18 m
	236	1	Gehäuse 6	Weg	2 m
	236	2	Gehäuse 6	Weg	11 m
	236	3	Gehäuse 6	Weg	18 m
	236	4	Gehäuse 6	Weg	3 m
	236	5	Gehäuse 6	Weg	55 m
<b>Gesamt</b>					89 m
	237	1	Gehäuse 7	Weg	5 m
	237	2	Gehäuse 7	Weg	16 m
	237	3	Gehäuse 7	Weg	8 m
	237	4	Gehäuse 7	Weg	17 m
	237	5	Gehäuse 7	Weg	11 m
	237	6	Gehäuse 7	Weg	8 m
<b>Gesamt</b>					65 m
	261	1	Kern 1	Weg	7 m
<b>Gesamt</b>					7 m
	262	1	Kern 2	Weg	5 m
	262	2	Kern 2	Weg	28 m
	262	3	Kern 2	Weg	59 m
	262	4	Kern 2	Weg	19 m
	262	5	Kern 2	Weg	8 m
<b>Gesamt</b>					119 m
	263	1	Kern 3	Weg	5 m
	263	2	Kern 3	Weg	19 m
	263	3	Kern 3	Weg	63 m
	263	4	Kern 3	Weg	24 m
	263	5	Kern 3	Weg	6 m
	263	6	Kern 3	Weg	15 m
<b>Gesamt</b>					132 m
	264	1	Kern 4	Weg	15 m
	264	2	Kern 4	Weg	7 m
	264	3	Kern 4	Weg	22 m
	264	4	Kern 4	Weg	18 m
	264	5	Kern 4	Weg	12 m
	264	6	Kern 4	Weg	5 m
	264	7	Kern 4	Weg	5 m
	264	8	Kern 4	Weg	19 m
	264	9	Kern 4	Weg	3 m
<b>Gesamt</b>					106 m

Abbildung 92: Shape-Bericht Teil 2

	265	1	Kern 5	Weg	2 m
	265	2	Kern 5	Weg	24 m
	265	3	Kern 5	Weg	8 m
	265	4	Kern 5	Weg	5 m
	265	5	Kern 5	Weg	10 m
	265	6	Kern 5	Weg	18 m
	265	7	Kern 5	Weg	20 m
	265	8	Kern 5	Weg	10 m
	265	9	Kern 5	Weg	6 m
<b>Gesamt</b>					103 m
	266	1	Kern 6	Weg	8 m
	266	2	Kern 6	Weg	9 m
	266	3	Kern 6	Weg	21 m
	266	4	Kern 6	Weg	17 m
	266	5	Kern 6	Weg	13 m
	266	6	Kern 6	Weg	8 m
<b>Gesamt</b>					76 m
	267	1	Kern 7	Weg	6 m
	267	2	Kern 7	Weg	12 m
	267	3	Kern 7	Weg	15 m
	267	4	Kern 7	Weg	64 m
	267	5	Kern 7	Weg	23 m
	267	6	Kern 7	Weg	20 m
<b>Gesamt</b>					140 m
	268	1	Kern 8	Weg	4 m
	268	2	Kern 8	Weg	10 m
<b>Gesamt</b>					14 m
	269	1	Kern 9	Weg	3 m
	269	2	Kern 9	Weg	10 m
	269	3	Kern 9	Weg	18 m
	269	4	Kern 9	Weg	20 m
	269	5	Kern 9	Weg	62 m
	269	6	Kern 9	Weg	21 m
	269	7	Kern 9	Weg	13 m
	269	8	Kern 9	Weg	7 m
<b>Gesamt</b>					154 m
	270	1	Kern 10	Weg	4 m
<b>Gesamt</b>					4 m
	271	1	Kern 11	Weg	12 m
	271	2	Kern 11	Weg	30 m
	271	3	Kern 11	Weg	8 m
<b>Gesamt</b>					50 m

Abbildung 93: Shape-Bericht Teil 3

## 6.4 LMM-Bögen der Maschinen und Arbeitsvorgänge

Beurteilung von Heben, Tragen, Halten anhand von Leitmerkmalen			
Nummer:	101	Attribut:	Maschine
Bezeichnung:	Längsprofilfräsen	LMM-Typ:	HHT
Gesamtlänge aus Tab.:	-	LMM-Punktwert:	9
<b>1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung</b> (Nur eine zutreffende Spalte ist auszuwählen)			
Hebe- oder Umsetzvorgänge (< 5 s)	Halten (> 5 s)	Tragen (> 5 m)	
Anzahl am Arbeitstag	Gesamtdauer am Arbeitstag	Gesamtweg am Arbeitstag	Zeitwichtung
<input checked="" type="radio"/> < 10	<input type="radio"/> < 5 min	<input type="radio"/> < 300 m	1
<input type="radio"/> 10 bis < 40	<input type="radio"/> 5 bis < 15 min	<input type="radio"/> 300 m bis < 1 km	2
<input type="radio"/> 40 bis < 200	<input type="radio"/> 15 min bis < 1 Stunde	<input type="radio"/> 1 km bis < 4 km	4
<input type="radio"/> 200 bis < 500	<input type="radio"/> 1 Stunde bis < 2 Stunden	<input type="radio"/> 4 bis < 8 km	6
<input type="radio"/> 500 bis < 1000	<input type="radio"/> 2 Stunden bis < 4 Stunden	<input type="radio"/> 8 bis < 16 km	8
<input type="radio"/> ≥ 1000	<input type="radio"/> ≥ 4 Stunden	<input type="radio"/> ≥ 16 km	10
<b>Zeitwichtung:</b>			1
<b>2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen von Last, Haltung und Ausführungsbedingungen</b>			
Wirksame Last für Männer	Wirksame Last für Frauen		Lastwichtung
<input type="radio"/> < 10 kg	<input type="radio"/> < 5 kg		1
<input type="radio"/> 10 bis < 20 kg	<input type="radio"/> 5 bis < 10 kg		2
<input checked="" type="radio"/> 20 bis < 30 kg	<input type="radio"/> 10 bis < 15 kg		4
<input type="radio"/> 30 bis < 40 kg	<input type="radio"/> 15 bis < 25 kg		7
<input type="radio"/> ≥ 40 kg	<input type="radio"/> ≥ 25 kg		25
<b>Lastwichtung:</b>			4
Körperhaltung, Position der Last			Haltungswichtung
<input type="radio"/>		- Oberkörper aufrecht, nicht verdreht - Last am Körper	1
<input type="radio"/>		- geringes Vorneigen oder Verdrehen des Oberkörpers - Last am Körper oder körpernah	2
<input checked="" type="radio"/>		- tiefes Beugen oder weites Vorneigen - geringe Vorneigung mit gleichzeitigem Verdrehen des Oberkörpers - Last körperfern der über Schulterhöhe	4
<input type="radio"/>		- weites Vorneigen mit gleichzeitigem Verdrehen des Oberkörpers - Last körperfern - eingeschränkte Haltungsverstabilität beim Stehen	8
<b>Haltungswichtung:</b>			4
Ausführungsbedingungen			Ausf.-wichtung
<input type="radio"/>	Gute ergonomische Bedingungen, z.B. ausreichend Platz, keine Hindernisse im Arbeitsbereich, ebener rutschfester Boden, ausreichend beleuchtet, gute Griffbedingungen		0
<input checked="" type="radio"/>	Einschränkungen der Bewegungsfreiheit und ungünstige ergonomische Bedingungen (z.B. 1.: Bewegungsraum durch zu geringe Höhe oder durch eine Arbeitsfläche unter 1,5 m² eingeschränkt oder 2.: Standsicherheit durch unebenen, weichen Boden eingeschränkt)		1
<input type="radio"/>	Stark eingeschränkte Bewegungsfreiheit und/oder Instabilität des Lastschwerpunktes (z.B. Patiententransfer)		2
<b>Ausführungsbedingungs-wichtung:</b>			1
<b>3. Schritt: Bewertung</b>			
Lastwichtung			4
Haltungswichtung			4
Ausführungsbedingungs-wichtung			1
Summe			9
			X
Zeitwichtung			1
Punktwert			9

Abbildung 94: LMM-Bogen der Nummer 101

Beurteilung von Heben, Tragen, Halten anhand von Leitmerkmalen			
Nummer:	102	Attribut:	Maschine
Bezeichnung:	Waschen	LMM-Typ:	HHT
Gesamtlänge aus Tab.:	-	LMM-Punktwert:	<b>14</b>
<b>1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung (Nur eine zutreffende Spalte ist auszuwählen)</b>			
Hebe- oder Umsetzvorgänge (< 5 s)	Halten (> 5 s)	Tragen (> 5 m)	
Anzahl am Arbeitstag	Gesamtdauer am Arbeitstag	Gesamtweg am Arbeitstag	Zeitwichtung
<input type="radio"/> < 10	<input type="radio"/> < 5 min	<input type="radio"/> < 300 m	1
<input checked="" type="radio"/> 10 bis < 40	<input type="radio"/> 5 bis < 15 min	<input type="radio"/> 300 m bis < 1 km	2
<input type="radio"/> 40 bis < 200	<input type="radio"/> 15 min bis < 1 Stunde	<input type="radio"/> 1 km bis < 4 km	4
<input type="radio"/> 200 bis < 500	<input type="radio"/> 1 Stunde bis < 2 Stunden	<input type="radio"/> 4 bis < 8 km	6
<input type="radio"/> 500 bis < 1000	<input type="radio"/> 2 Stunden bis < 4 Stunden	<input type="radio"/> 8 bis < 16 km	8
<input type="radio"/> ≥ 1000	<input type="radio"/> ≥ 4 Stunden	<input type="radio"/> ≥ 16 km	10
<b>Zeitwichtung:</b>			<b>2</b>
<b>2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen von Last, Haltung und Ausführungsbedingungen</b>			
Wirksame Last für Männer	Wirksame Last für Frauen		Lastwichtung
<input type="radio"/> < 10 kg	<input type="radio"/> < 5 kg		1
<input type="radio"/> 10 bis < 20 kg	<input type="radio"/> 5 bis < 10 kg		2
<input checked="" type="radio"/> 20 bis < 30 kg	<input type="radio"/> 10 bis < 15 kg		4
<input type="radio"/> 30 bis < 40 kg	<input type="radio"/> 15 bis < 25 kg		7
<input type="radio"/> ≥ 40 kg	<input type="radio"/> ≥ 25 kg		25
<b>Lastwichtung:</b>			<b>4</b>
Körperhaltung, Position der Last			Haltungswichtung
<input type="radio"/>		- Oberkörper aufrecht, nicht verdreht - Last am Körper	1
<input checked="" type="radio"/>		- geringes Vorneigen oder Verdrehen des Oberkörpers - Last am Körper oder körpernah	2
<input type="radio"/>		- tiefes Beugen oder weites Vorneigen - geringe Vorneigung mit gleichzeitigem Verdrehen des Oberkörpers - Last körperfern der über Schulterhöhe	4
<input type="radio"/>		- weites Vorneigen mit gleichzeitigem Verdrehen des Oberkörpers - Last körperfern - eingeschränkte Haltungsverstabilität beim Stehen	8
<b>Haltungswichtung:</b>			<b>2</b>
Ausführungsbedingungen			Ausf.-wichtung
<input type="radio"/>	Gute ergonomische Bedingungen, z.B. ausreichend Platz, keine Hindernisse im Arbeitsbereich, ebener rutschfester Boden, ausreichend beleuchtet, gute Griffbedingungen		0
<input checked="" type="radio"/>	Einschränkungen der Bewegungsfreiheit und ungünstige ergonomische Bedingungen (z.B. 1.: Bewegungsraum durch zu geringe Höhe oder durch eine Arbeitsfläche unter 1,5 m² eingeschränkt oder 2.: Standsicherheit durch unebenen, weichen Boden eingeschränkt)		1
<input type="radio"/>	Stark eingeschränkte Bewegungsfreiheit und/oder Instabilität des Lastschwerpunktes (z.B. Patiententransfer)		2
<b>Ausführungsbedingungswichtung:</b>			<b>1</b>
<b>3. Schritt: Bewertung</b>			
Lastwichtung	4		
Haltungswichtung	2		
Ausführungsbedingungswichtung	1		
Summe	7		
	X		
Zeitwichtung	2		
Punktwert	<b>14</b>		

Abbildung 95: LMM-Bogen der Nummer 102

Beurteilung von Heben, Tragen, Halten anhand von Leitmerkmalen			
Nummer:	103	Attribut:	Shuttle
Bezeichnung:	Einlagerung	LMM-Typ:	HHT
Gesamtlänge aus Tab.:	-	LMM-Punktwert:	<b>56</b>
<b>1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung (Nur eine zutreffende Spalte ist auszuwählen)</b>			
Hebe- oder Umsetzvorgänge (< 5 s)	Halten (> 5 s)	Tragen (> 5 m)	
Anzahl am Arbeitstag	Gesamtdauer am Arbeitstag	Gesamtweg am Arbeitstag	Zeitwichtung
<input type="radio"/> < 10	<input type="radio"/> < 5 min	<input type="radio"/> < 300 m	1
<input checked="" type="radio"/> 10 bis < 40	<input type="radio"/> 5 bis < 15 min	<input type="radio"/> 300 m bis < 1 km	2
<input type="radio"/> 40 bis < 200	<input type="radio"/> 15 min bis < 1 Stunde	<input type="radio"/> 1 km bis < 4 km	4
<input type="radio"/> 200 bis < 500	<input type="radio"/> 1 Stunde bis < 2 Stunden	<input type="radio"/> 4 bis < 8 km	6
<input type="radio"/> 500 bis < 1000	<input type="radio"/> 2 Stunden bis < 4 Stunden	<input type="radio"/> 8 bis < 16 km	8
<input type="radio"/> ≥ 1000	<input type="radio"/> ≥ 4 Stunden	<input type="radio"/> ≥ 16 km	10
<b>Zeitwichtung:</b>			<b>2</b>
<b>2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen von Last, Haltung und Ausführungsbedingungen</b>			
Wirksame Last für Männer	Wirksame Last für Frauen		Lastwichtung
<input type="radio"/> < 10 kg	<input type="radio"/> < 5 kg		1
<input type="radio"/> 10 bis < 20 kg	<input type="radio"/> 5 bis < 10 kg		2
<input type="radio"/> 20 bis < 30 kg	<input type="radio"/> 10 bis < 15 kg		4
<input type="radio"/> 30 bis < 40 kg	<input type="radio"/> 15 bis < 25 kg		7
<input checked="" type="radio"/> ≥ 40 kg	<input type="radio"/> ≥ 25 kg		25
<b>Lastwichtung:</b>			<b>25</b>
Körperhaltung, Position der Last			Haltungswichtung
<input type="radio"/>		- Oberkörper aufrecht, nicht verdreht - Last am Körper	1
<input checked="" type="radio"/>		- geringes Vorneigen oder Verdrehen des Oberkörpers - Last am Körper oder körpernah	2
<input type="radio"/>		- tiefes Beugen oder weites Vorneigen - geringe Vorneigung mit gleichzeitigem Verdrehen des Oberkörpers - Last körperfern der über Schulterhöhe	4
<input type="radio"/>		- weites Vorneigen mit gleichzeitigem Verdrehen des Oberkörpers - Last körperfern - eingeschränkte Haltungsverstabilität beim Stehen	8
<b>Haltungswichtung:</b>			<b>2</b>
Ausführungsbedingungen			Ausf.-wichtung
<input type="radio"/>	Gute ergonomische Bedingungen, z.B. ausreichend Platz, keine Hindernisse im Arbeitsbereich, ebener rutschfester Boden, ausreichend beleuchtet, gute Griffbedingungen		0
<input checked="" type="radio"/>	Einschränkungen der Bewegungsfreiheit und ungünstige ergonomische Bedingungen (z.B. 1.: Bewegungsraum durch zu geringe Höhe oder durch eine Arbeitsfläche unter 1,5 m² eingeschränkt oder 2.: Standsicherheit durch unebenen, weichen Boden eingeschränkt)		1
<input type="radio"/>	Stark eingeschränkte Bewegungsfreiheit und/oder Instabilität des Lastschwerpunktes (z.B. Patiententransfer)		2
<b>Ausführungsbedingungswichtung:</b>			<b>1</b>
<b>3. Schritt: Bewertung</b>			
Lastwichtung	25		
Haltungswichtung	2		
Ausführungsbedingungswichtung	1		
Summe	28		
	x		
Zeitwichtung	2		
Punktwert	<b>56</b>		

Abbildung 96: LMM-Bogen der Nummer 103

Beurteilung von Heben, Tragen, Halten anhand von Leitmerkmalen			
Nummer:	104	Attribut:	Maschine
Bezeichnung:	Prägen	LMM-Typ:	HHT
Gesamtlänge aus Tab.:	-	LMM-Punktwert:	56
<b>1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung (Nur eine zutreffende Spalte ist auszuwählen)</b>			
Hebe- oder Umsetzvorgänge (< 5 s)	Halten (> 5 s)	Tragen (> 5 m)	
Anzahl am Arbeitstag	Gesamtdauer am Arbeitstag	Gesamtweg am Arbeitstag	Zeitwichtung
<input type="radio"/> < 10	<input type="radio"/> < 5 min	<input type="radio"/> < 300 m	1
<input checked="" type="radio"/> 10 bis < 40	<input type="radio"/> 5 bis < 15 min	<input type="radio"/> 300 m bis < 1 km	2
<input type="radio"/> 40 bis < 200	<input type="radio"/> 15 min bis < 1 Stunde	<input type="radio"/> 1 km bis < 4 km	4
<input type="radio"/> 200 bis < 500	<input type="radio"/> 1 Stunde bis < 2 Stunden	<input type="radio"/> 4 bis < 8 km	6
<input type="radio"/> 500 bis < 1000	<input type="radio"/> 2 Stunden bis < 4 Stunden	<input type="radio"/> 8 bis < 16 km	8
<input type="radio"/> ≥ 1000	<input type="radio"/> ≥ 4 Stunden	<input type="radio"/> ≥ 16 km	10
<b>Zeitwichtung:</b>			2
<b>2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen von Last, Haltung und Ausführungsbedingungen</b>			
Wirksame Last für Männer	Wirksame Last für Frauen		Lastwichtung
<input type="radio"/> < 10 kg	<input type="radio"/> < 5 kg		1
<input type="radio"/> 10 bis < 20 kg	<input type="radio"/> 5 bis < 10 kg		2
<input type="radio"/> 20 bis < 30 kg	<input type="radio"/> 10 bis < 15 kg		4
<input type="radio"/> 30 bis < 40 kg	<input type="radio"/> 15 bis < 25 kg		7
<input checked="" type="radio"/> ≥ 40 kg	<input type="radio"/> ≥ 25 kg		25
<b>Lastwichtung:</b>			25
Körperhaltung, Position der Last			Haltungswichtung
<input type="radio"/>		- Oberkörper aufrecht, nicht verdreht - Last am Körper	1
<input checked="" type="radio"/>		- geringes Vorneigen oder Verdrehen des Oberkörpers - Last am Körper oder körpernah	2
<input type="radio"/>		- tiefes Beugen oder weites Vorneigen - geringe Vorneigung mit gleichzeitigem Verdrehen des Oberkörpers - Last körperfern der über Schulterhöhe	4
<input type="radio"/>		- weites Vorneigen mit gleichzeitigem Verdrehen des Oberkörpers - Last körperfern - eingeschränkte Haltungsverstabilität beim Stehen	8
<b>Haltungswichtung:</b>			2
Ausführungsbedingungen			Ausf.-wichtung
<input type="radio"/>	Gute ergonomische Bedingungen, z.B. ausreichend Platz, keine Hindernisse im Arbeitsbereich, ebener rutschfester Boden, ausreichend beleuchtet, gute Griffbedingungen		0
<input checked="" type="radio"/>	Einschränkungen der Bewegungsfreiheit und ungünstige ergonomische Bedingungen (z.B. 1.: Bewegungsraum durch zu geringe Höhe oder durch eine Arbeitsfläche unter 1,5 m² eingeschränkt oder 2.: Standsicherheit durch unebenen, weichen Boden eingeschränkt)		1
<input type="radio"/>	Stark eingeschränkte Bewegungsfreiheit und/oder Instabilität des Lastschwerpunktes (z.B. Patiententransfer)		2
<b>Ausführungsbedingungswichtung:</b>			1
<b>3. Schritt: Bewertung</b>			
Lastwichtung	25		
Haltungswichtung	2		
Ausführungsbedingungswichtung	1		
Summe	28		
	X		
Zeitwichtung	2		
Punktwert	56		

Abbildung 97: LMM-Bogen der Nummer 104

Beurteilung von Manuellen Arbeitsprozessen anhand von Leitmerkmalen											
Nummer:		105									
Bezeichnung:		Codierung									
Attribut:		Maschine									
LMM-Typ:		MAP									
LMM-Punktwert:		8									
<b>1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung</b>											
Gesamtdauer dieser Tätigkeit pro Schicht [bis ... Stunden]											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Zeitwichtung		1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5
										Zeitwichtung:	1
<b>2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen von Art der Kraftausübung, Griffbedingungen, Arbeitsorganisation, Ausführungsbedingungen, Körperhaltung und Hand-/Armstellung und -bewegung</b>											
Art der Kraftausübung(en) im Finger- und Handbereich											
LINKE HAND		Halten mittl. Haltedauer [Sek. Pro Minute]				Bewegen mittl. Bewegungshäufigkeiten [Anzahl pro Minute]					
		60-31	30-16	15-4	<4	<1	1-4	5-15	16-30	31-60	>60
Höhe	Beschreibung	Wichtung									
gering 	Sehr geringe Kräfte z.B. Tastenbedienung / Verschieben / Ordnen	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
	Geringe Kräfte z.B. Materialeinführung / Einlegen	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1,5	<input type="checkbox"/> 1	<input checked="" type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input checked="" type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1,5	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5
	Mittlere Kräfte z.B. Greifen / Fügen von kleinen Werkstücken mit der Hand oder kleinen Werkzeugen	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 8
	Hohe Kräfte z.B. Drehen / Wickeln / Verpacken / Fassen / Halten oder Fügen von Teilen / Eindrücken / Schneiden / Arbeiten mit kleineren angetriebenen Handwerkzeugen	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 13
	Sehr hohe Kräfte z.B. Kraftbetontes Schneiden / Arbeit mit kleinen Trackern / Bewegen oder Halten von Teilen oder Werkzeugen	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 21
	Spitzenkräfte z.B. Schrauben anziehen, lösen / Trennen / Eindrücken	<input type="checkbox"/> 19	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 19	<input type="checkbox"/> 33
hoch	Schlagen mit Daumenballen, Handfläche oder Faust	-	-	-	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 21
										Wichtung der Kraftausübung für die linke Hand:	1
Reset der Auswahl von linker und rechter Hand											
Art der Kraftausübung(en) im Finger- und Handbereich											
RECHTE HAND		Halten mittl. Haltedauer [Sek. Pro Minute]				Halten mittl. Bewegungshäufigkeiten [Anzahl pro Minute]					
		60-31	30-16	15-4	<4	<1	1-4	5-15	16-30	31-60	>60
Höhe	Beschreibung	Wichtung									
gering 	Sehr geringe Kräfte z.B. Tastenbedienung / Verschieben / Ordnen	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0,5	<input checked="" type="checkbox"/> 0	<input checked="" type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
	Geringe Kräfte z.B. Materialeinführung / Einlegen	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1,5	<input type="checkbox"/> 1	<input checked="" type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input checked="" type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1,5	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5
	Mittlere Kräfte z.B. Greifen / Fügen von kleinen Werkstücken mit der Hand oder kleinen Werkzeugen	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 8
	Hohe Kräfte z.B. Drehen / Wickeln / Verpacken / Fassen / Halten oder Fügen von Teilen / Eindrücken / Schneiden / Arbeiten mit kleineren angetriebenen Handwerkzeugen	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 13
	Sehr hohe Kräfte z.B. Kraftbetontes Schneiden / Arbeit mit kleinen Trackern / Bewegen oder Halten von Teilen oder Werkzeugen	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 21
	Spitzenkräfte z.B. Schrauben anziehen, lösen / Trennen / Eindrücken	<input type="checkbox"/> 19	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 19	<input type="checkbox"/> 33
hoch	Schlagen mit Daumenballen, Handfläche oder Faust	-	-	-	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 21
										Wichtung der Kraftausübung für die rechte Hand:	1

Abbildung 98: LMM-Bogen der Nummer 105 Teil 1

Kraftübertragung / Greifbedingungen		Wichtung
<input type="radio"/>	Optimale Kraftübertragung/-einleitung / Arbeitsgegenstände gut greifbar (z.B. Stabform, Griffmulden) / gute ergonomische Griffgestaltung (Griffe Tasten, Werkzeuge)	0
<input checked="" type="radio"/>	Eingeschränkte Kraftübertragung/-einleitung / erhöhte Haltekräfte erforderlich / keine gestalteten Griffe	2
<input type="radio"/>	Kraftübertragung/-einleitung erheblich behindert / Arbeitsgegenstände kaum greifbar (schmierig, weich, scharfkantig) / keine oder ungeeignete Griffe	4
<b>Wichtung der Kraftübertragung/Greifbedingungen:</b>		<b>2</b>
Hand-/Armstellung und -bewegung		Wichtung
<input type="radio"/>	 Gut: Stellung oder Bewegungen der Gelenke im mittleren (entspannten) Bereich / nur selten Abweichungen	0
<input checked="" type="radio"/>	 Eingeschränkt: gelegentliche Stellungen oder Bewegungen der Gelenke am Ender der Beweglichkeitsbereiche	1
<input type="radio"/>	 Ungünstig: Häufig Stellungen oder Bewegungen der Gelenke am Ende der Beweglichkeitsbereiche	2
<input type="radio"/>	 Schlecht: Ständig Stellungen und Bewegungen am Ende der Beweglichkeitsbereiche / lang dauerndes statisches Halten der Arme ohne Hand-Arm-Abstützung	3
<b>Wichtung der Hand-/Armstellung und -bewegung:</b>		<b>1</b>
Arbeitsorganisation		Wichtung
<input checked="" type="radio"/>	Häufig Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten / mehrere Arbeitsgänge / ausreichende Erholungsmöglichkeit	0
<input type="radio"/>	Selten Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten / wenige Arbeitsgänge / Erholzeiten ausreichend	1
<input type="radio"/>	Kein/kaum Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten / wenige Einzelbewegungen pro Vorgang / hohes Arbeitstempo durch hohe Austaktung und/oder hohe Akkordarbeitsleistung / ungleichmäßiger Arbeitsablauf mit zeitweise hohen Belastungsspitzen / zu wenig oder zu kurze Erholzeiten	2
<b>Wichtung der Arbeitsorganisation:</b>		<b>0</b>
Ausführungsbedingungen		Wichtung
<input type="radio"/>	Gut: sichere Detailerkennbarkeit / keine Blendung / gute Klimatische Bedingungen	0
<input checked="" type="radio"/>	Eingeschränkt: erschwerte Detailerkennbarkeit durch Blendung oder zu kleine Details / Zugluft / Kälte / Nässe / Konzentrationsstörung durch Geräusche	1
<input type="radio"/>	Bei sehr ungünstigen Bedingungen kann die Wichtung 2 vergeben werden.	2
<b>Ausführungsbedingungs-wichtung:</b>		<b>1</b>
Körperhaltung		Wichtung
<input type="radio"/>	 Gut: Wechsel von Sitzen und Stehen möglich / Wechsel von Stehen und Gehen / dynamisches Sitzen möglich / Hand-Arm-Auflage bei Bedarf möglich / keine Verdrehung / Kopfhaltung variabel / kein Greifen über Schulterhöhe	0
<input type="radio"/>	 Eingeschränkt: Rumpf mit leichter Neigung des Körpers zum Handlungsbereich / überwiegend Sitzen mit gelegentlichem Stehen oder Gehen / gelegentliches Greifen über Schulterhöhe	1
<input checked="" type="radio"/>	 Ungünstig: Rumpf deutlich vorgeneigt und/oder verdreht / Kopfhaltung zur Detailerkennung vorgegeben / eingeschränkte Bewegungsfreiheit / ausschließlich Stehen oder Gehen / häufiges Greifen über Schulterhöhe / häufiges körperfernes Greifen	3
<input type="radio"/>	 Schlecht: Rumpf stärker verdreht und vorgeneigt / streng fixierte Körperhaltung / visuelle Kontrolle der Handlung über Lupen oder Mikroskope starke Kopfneigung oder -verdrehung / häufiges Bücken / ständiges Greifen über Schulterhöhe / ständiges körperfernes Greifen	5
<b>Wichtung der Körperhaltung:</b>		<b>3</b>
<b>3. Schritt: Bewertung</b>		
	Wichtung der Kraftausübung für die linke Hand:	1
	Wichtung der Kraftausübung für die rechte Hand:	1
	Größere Wichtung von linker und rechter Hand:	1
	Wichtung der Kraftübertragung/Greifbedingungen:	2
	Wichtung der Hand-/Armstellung und -bewegung:	1
	Wichtung der Arbeitsorganisation:	0
	Ausführungsbedingungs-wichtung:	1
	Wichtung der Körperhaltung:	3
	Summe	8
		X
	Zeitwichtung	1
	Punktwert	<b>8</b>

Abbildung 99: LMM-Bogen der Nummer 105 Teil 2

Beurteilung von Manuellen Arbeitsprozessen anhand von Leitmerkmalen											
Nummer:		106									
Bezeichnung:		Entgräten									
Attribut:		Maschine									
LMM-Typ:		MAP									
LMM-Punktwert:		23									
<b>1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung</b>											
Gesamtdauer dieser Tätigkeit pro Schicht [bis ... Stunden]											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Zeitwichtung											
	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	
										Zeitwichtung:	2
<b>2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen von Art der Kraftausübung, Griffbedingungen, Arbeitsorganisation, Ausführungsbedingungen, Körperhaltung und Hand-/Armstellung und -bewegung</b>											
Art der Kraftausübung(en) im Finger- und Handbereich											
LINKE HAND		Halten mittl. Haltedauer [Sek. Pro Minute]				Bewegen mittl. Bewegungshäufigkeiten [Anzahl pro Minute]					
		60-31	30-16	15-4	<4	<1	1-4	5-15	16-30	31-60	>60
Höhe	Beschreibung	Wichtung									
gering	Sehr geringe Kräfte z.B. Tastenbedienung / Verschieben / Ordnen	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
	Geringe Kräfte z.B. Materialeinführung / Einlegen	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1,5	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5
	Mittlere Kräfte z.B. Greifen / Fügen von kleinen Werkstücken mit der Hand oder kleinen Werkzeugen	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1	<input checked="" type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0,5	<input checked="" type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 8
	Hohe Kräfte z.B. Drehen / Wickeln / Verpacken / Fassen / Halten oder Fügen von Teilen / Eindrücken / Schneiden / Arbeiten mit kleineren angetriebenen Handwerkzeugen	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 13
	Sehr hohe Kräfte z.B. Kraftbetontes Schneiden / Arbeit mit kleinen Trackern / Bewegen oder Halten von Teilen oder Werkzeugen	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 21
	Spitzenkräfte z.B. Schrauben anziehen, lösen / Trennen / Eindrücken	<input type="checkbox"/> 19	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 19	<input type="checkbox"/> 33
hoch	Schlagen mit Daumenballen, Handfläche oder Faust	-	-	-	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 21
										Wichtung der Kraftausübung für die linke Hand:	1
Reset der Auswahl von linker und rechter Hand											
Art der Kraftausübung(en) im Finger- und Handbereich											
RECHTE HAND		Halten mittl. Haltedauer [Sek. Pro Minute]				Halten mittl. Bewegungshäufigkeiten [Anzahl pro Minute]					
		60-31	30-16	15-4	<4	<1	1-4	5-15	16-30	31-60	>60
Höhe	Beschreibung	Wichtung									
gering	Sehr geringe Kräfte z.B. Tastenbedienung / Verschieben / Ordnen	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
	Geringe Kräfte z.B. Materialeinführung / Einlegen	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1,5	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5
	Mittlere Kräfte z.B. Greifen / Fügen von kleinen Werkstücken mit der Hand oder kleinen Werkzeugen	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1	<input checked="" type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0,5	<input checked="" type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 8
	Hohe Kräfte z.B. Drehen / Wickeln / Verpacken / Fassen / Halten oder Fügen von Teilen / Eindrücken / Schneiden / Arbeiten mit kleineren angetriebenen Handwerkzeugen	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 4	<input checked="" type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 0,5	<input checked="" type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 13
	Sehr hohe Kräfte z.B. Kraftbetontes Schneiden / Arbeit mit kleinen Trackern / Bewegen oder Halten von Teilen oder Werkzeugen	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 21
	Spitzenkräfte z.B. Schrauben anziehen, lösen / Trennen / Eindrücken	<input type="checkbox"/> 19	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 19	<input type="checkbox"/> 33
hoch	Schlagen mit Daumenballen, Handfläche oder Faust	-	-	-	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 21
										Wichtung der Kraftausübung für die rechte Hand:	3,5

Abbildung 100: LMM-Bogen der Nummer 106 Teil 1

Kraftübertragung / Greifbedingungen		Wichtung
<input type="radio"/>	Optimale Kraftübertragung/-einleitung / Arbeitsgegenstände gut greifbar (z.B. Stabform, Griffmulden) / gute ergonomische Griffgestaltung (Griffe Tasten, Werkzeuge)	0
<input checked="" type="radio"/>	Eingeschränkte Kraftübertragung/-einleitung / erhöhte Haltekräfte erforderlich / keine gestalteten Griffe	2
<input type="radio"/>	Kraftübertragung/-einleitung erheblich behindert / Arbeitsgegenstände kaum greifbar (schmierig, weich, scharfkantig) / keine oder ungeeignete Griffe	4
<b>Wichtung der Kraftübertragung/Greifbedingungen:</b>		<b>2</b>
Hand-/Armstellung und -bewegung		Wichtung
<input type="radio"/>	 Gut: Stellung oder Bewegungen der Gelenke im mittleren (entspannten) Bereich / nur selten Abweichungen	0
<input checked="" type="radio"/>	 Eingeschränkt: gelegentliche Stellungen oder Bewegungen der Gelenke am Ender der Beweglichkeitsbereiche	1
<input type="radio"/>	 Ungünstig: Häufig Stellungen oder Bewegungen der Gelenke am Ende der Beweglichkeitsbereiche	2
<input type="radio"/>	 Schlecht: Ständig Stellungen und Bewegungen am Ende der Beweglichkeitsbereiche / lang dauerndes statisches Halten der Arme ohne Hand-Arm-Abstützung	3
<b>Wichtung der Hand-/Armstellung und -bewegung:</b>		<b>1</b>
Arbeitsorganisation		Wichtung
<input type="radio"/>	Häufig Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten / mehrere Arbeitsgänge / ausreichende Erholungsmöglichkeit	0
<input checked="" type="radio"/>	Selten Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten / wenige Arbeitsgänge / Erholzeiten ausreichend	1
<input type="radio"/>	Kein/kaum Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten / wenige Einzelbewegungen pro Vorgang / hohes Arbeitstempo durch hohe Austaktung und/oder hohe Akkordarbeitsleistung / ungleichmäßiger Arbeitsablauf mit zeitweise hohen Belastungsspitzen / zu wenig oder zu kurze Erholzeiten	2
<b>Wichtung der Arbeitsorganisation:</b>		<b>1</b>
Ausführungsbedingungen		Wichtung
<input type="radio"/>	Gut: sichere Detailerkennbarkeit / keine Blendung / gute Klimatische Bedingungen	0
<input checked="" type="radio"/>	Eingeschränkt: erschwerte Detailerkennbarkeit durch Blendung oder zu kleine Details / Zugluft / Kälte / Nässe / Konzentrationsstörung durch Geräusche	1
<input type="radio"/>	Bei sehr ungünstigen Bedingungen kann die Wichtung 2 vergeben werden.	2
<b>Ausführungsbedingungs-wichtung:</b>		<b>1</b>
Körperhaltung		Wichtung
<input type="radio"/>	 Gut: Wechsel von Sitzen und Stehen möglich / Wechsel von Stehen und Gehen / dynamisches Sitzen möglich / Hand-Arm-Auflage bei Bedarf möglich / keine Verdrehung / Kopfhaltung variabel / kein Greifen über Schulterhöhe	0
<input type="radio"/>	 Eingeschränkt: Rumpf mit leichter Neigung des Körpers zum Handlungsbereich / überwiegend Sitzen mit gelegentlichem Stehen oder Gehen / gelegentliches Greifen über Schulterhöhe	1
<input checked="" type="radio"/>	 Ungünstig: Rumpf deutlich vorgeneigt und/oder verdreht / Kopfhaltung zur Detailerkennung vorgegeben / eingeschränkte Bewegungsfreiheit / ausschließlich Stehen oder Gehen / häufiges Greifen über Schulterhöhe / häufiges körperfernes Greifen	3
<input type="radio"/>	 Schlecht: Rumpf stärker verdreht und vorgeneigt / streng fixierte Körperhaltung / visuelle Kontrolle der Handlung über Lupen oder Mikroskope starke Kopfneigung oder -verdrehung / häufiges Bücken / ständiges Greifen über Schulterhöhe / ständiges körperfernes Greifen	5
<b>Wichtung der Körperhaltung:</b>		<b>3</b>
<b>3. Schritt: Bewertung</b>		
Wichtung der Kraftausübung für die linke Hand:	1	
Wichtung der Kraftausübung für die rechte Hand:	3,5	
Größere Wichtung von linker und rechter Hand:	3,5	
Wichtung der Kraftübertragung/Greifbedingungen:	2	
Wichtung der Hand-/Armstellung und -bewegung:	1	
Wichtung der Arbeitsorganisation:	1	
Ausführungsbedingungs-wichtung:	1	
Wichtung der Körperhaltung:	3	
Summe	11,5	
	X	
Zeitwichtung	2	
Punktwert	<b>23</b>	

Abbildung 101: LMM-Bogen der Nummer 106 Teil 2

Beurteilung von Heben, Tragen, Halten anhand von Leitmerkmalen			
Nummer:	107	Attribut:	Shuttle
Bezeichnung:	Einlagerung	LMM-Typ:	HHT
Gesamtlänge aus Tab.:	-	LMM-Punktwert:	<b>20</b>
<b>1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung (Nur eine zutreffende Spalte ist auszuwählen)</b>			
Hebe- oder Umsetzvorgänge (< 5 s)	Halten (> 5 s)	Tragen (> 5 m)	
Anzahl am Arbeitstag	Gesamtdauer am Arbeitstag	Gesamtweg am Arbeitstag	Zeitwichtung
<input type="radio"/> < 10	<input type="radio"/> < 5 min	<input type="radio"/> < 300 m	1
<input type="radio"/> 10 bis < 40	<input type="radio"/> 5 bis < 15 min	<input type="radio"/> 300 m bis < 1 km	2
<input checked="" type="radio"/> 40 bis < 200	<input type="radio"/> 15 min bis < 1 Stunde	<input type="radio"/> 1 km bis < 4 km	4
<input type="radio"/> 200 bis < 500	<input type="radio"/> 1 Stunde bis < 2 Stunden	<input type="radio"/> 4 bis < 8 km	6
<input type="radio"/> 500 bis < 1000	<input type="radio"/> 2 Stunden bis < 4 Stunden	<input type="radio"/> 8 bis < 16 km	8
<input type="radio"/> ≥ 1000	<input type="radio"/> ≥ 4 Stunden	<input type="radio"/> ≥ 16 km	10
<b>Zeitwichtung:</b>			<b>4</b>
<b>2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen von Last, Haltung und Ausführungsbedingungen</b>			
Wirksame Last für Männer	Wirksame Last für Frauen		Lastwichtung
<input type="radio"/> < 10 kg	<input type="radio"/> < 5 kg		1
<input checked="" type="radio"/> 10 bis < 20 kg	<input type="radio"/> 5 bis < 10 kg		2
<input type="radio"/> 20 bis < 30 kg	<input type="radio"/> 10 bis < 15 kg		4
<input type="radio"/> 30 bis < 40 kg	<input type="radio"/> 15 bis < 25 kg		7
<input type="radio"/> ≥ 40 kg	<input type="radio"/> ≥ 25 kg		25
<b>Lastwichtung:</b>			<b>2</b>
Körperhaltung, Position der Last			Haltungswichtung
<input type="radio"/>		- Oberkörper aufrecht, nicht verdreht - Last am Körper	1
<input checked="" type="radio"/>		- geringes Vorneigen oder Verdrehen des Oberkörpers - Last am Körper oder körpernah	2
<input type="radio"/>		- tiefes Beugen oder weites Vorneigen - geringe Vorneigung mit gleichzeitigem Verdrehen des Oberkörpers - Last körperfern der über Schulterhöhe	4
<input type="radio"/>		- weites Vorneigen mit gleichzeitigem Verdrehen des Oberkörpers - Last körperfern - eingeschränkte Haltungsverstabilität beim Stehen	8
<b>Haltungswichtung:</b>			<b>2</b>
Ausführungsbedingungen			Ausf.-wichtung
<input type="radio"/>	Gute ergonomische Bedingungen, z.B. ausreichend Platz, keine Hindernisse im Arbeitsbereich, ebener rutschfester Boden, ausreichend beleuchtet, gute Griffbedingungen		0
<input checked="" type="radio"/>	Einschränkungen der Bewegungsfreiheit und ungünstige ergonomische Bedingungen (z.B. 1.: Bewegungsraum durch zu geringe Höhe oder durch eine Arbeitsfläche unter 1,5 m² eingeschränkt oder 2.: Standsicherheit durch unebenen, weichen Boden eingeschränkt)		1
<input type="radio"/>	Stark eingeschränkte Bewegungsfreiheit und/oder Instabilität des Lastschwerpunktes (z.B. Patiententransfer)		2
<b>Ausführungsbedingungs-wichtung:</b>			<b>1</b>
<b>3. Schritt: Bewertung</b>			
Lastwichtung	2		
Haltungswichtung	2		
Ausführungsbedingungs-wichtung	1		
Summe	5		
	X		
Zeitwichtung	4		
Punktwert	<b>20</b>		

Abbildung 102: LMM-Bogen der Nummer 107

Beurteilung von Heben, Tragen, Halten anhand von Leitmerkmalen			
Nummer:	131	Attribut:	Maschine
Bezeichnung:	Rundtakt	LMM-Typ:	HHT
Gesamtlänge aus Tab.:	-	LMM-Punktwert:	<b>60</b>
<b>1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung</b> (Nur eine zutreffende Spalte ist auszuwählen)			
Hebe- oder Umsetzvorgänge (< 5 s)	Halten (> 5 s)	Tragen (> 5 m)	
Anzahl am Arbeitstag	Gesamtdauer am Arbeitstag	Gesamtweg am Arbeitstag	Zeitwichtung
<input type="radio"/> < 10	<input type="radio"/> < 5 min	<input type="radio"/> < 300 m	1
<input checked="" type="radio"/> 10 bis < 40	<input type="radio"/> 5 bis < 15 min	<input type="radio"/> 300 m bis < 1 km	2
<input type="radio"/> 40 bis < 200	<input type="radio"/> 15 min bis < 1 Stunde	<input type="radio"/> 1 km bis < 4 km	4
<input type="radio"/> 200 bis < 500	<input type="radio"/> 1 Stunde bis < 2 Stunden	<input type="radio"/> 4 bis < 8 km	6
<input type="radio"/> 500 bis < 1000	<input type="radio"/> 2 Stunden bis < 4 Stunden	<input type="radio"/> 8 bis < 16 km	8
<input type="radio"/> ≥ 1000	<input type="radio"/> ≥ 4 Stunden	<input type="radio"/> ≥ 16 km	10
<b>Zeitwichtung:</b>			<b>2</b>
<b>2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen von Last, Haltung und Ausführungsbedingungen</b>			
Wirksame Last für Männer	Wirksame Last für Frauen		Lastwichtung
<input type="radio"/> < 10 kg	<input type="radio"/> < 5 kg		1
<input type="radio"/> 10 bis < 20 kg	<input type="radio"/> 5 bis < 10 kg		2
<input type="radio"/> 20 bis < 30 kg	<input type="radio"/> 10 bis < 15 kg		4
<input type="radio"/> 30 bis < 40 kg	<input type="radio"/> 15 bis < 25 kg		7
<input checked="" type="radio"/> ≥ 40 kg	<input type="radio"/> ≥ 25 kg		25
<b>Lastwichtung:</b>			<b>25</b>
Körperhaltung, Position der Last			Haltungswichtung
<input type="radio"/>		- Oberkörper aufrecht, nicht verdreht - Last am Körper	1
<input type="radio"/>		- geringes Vorneigen oder Verdrehen des Oberkörpers - Last am Körper oder körpernah	2
<input checked="" type="radio"/>		- tiefes Beugen oder weites Vorneigen - geringe Vorneigung mit gleichzeitigem Verdrehen des Oberkörpers - Last körperfern der über Schulterhöhe	4
<input type="radio"/>		- weites Vorneigen mit gleichzeitigem Verdrehen des Oberkörpers - Last körperfern - eingeschränkte Haltungsverstabilität beim Stehen	8
<b>Haltungswichtung:</b>			<b>4</b>
Ausführungsbedingungen			Ausf.-wichtung
<input type="radio"/>	Gute ergonomische Bedingungen, z.B. ausreichend Platz, keine Hindernisse im Arbeitsbereich, ebener rutschfester Boden, ausreichend beleuchtet, gute Griffbedingungen		0
<input checked="" type="radio"/>	Einschränkungen der Bewegungsfreiheit und ungünstige ergonomische Bedingungen (z.B. 1.: Bewegungsraum durch zu geringe Höhe oder durch eine Arbeitsfläche unter 1,5 m <sup>2</sup> eingeschränkt oder 2.: Standsicherheit durch unebenen, weichen Boden eingeschränkt)		1
<input type="radio"/>	Stark eingeschränkte Bewegungsfreiheit und/oder Instabilität des Lastschwerpunktes (z.B. Patiententransfer)		2
<b>Ausführungsbedingungs-wichtung:</b>			<b>1</b>
<b>3. Schritt: Bewertung</b>			
Lastwichtung	25		
Haltungswichtung	4		
Ausführungsbedingungs-wichtung	1		
Summe	30		
	X		
Zeitwichtung	2		
Punktwert	<b>60</b>		

Abbildung 103: LMM-Bogen der Nummer 131

Beurteilung von Manuellen Arbeitsprozessen anhand von Leitmerkmalen											
Nummer:		132									
Bezeichnung:		Umschichten									
Attribut:		Arbeitsvorgang									
LMM-Typ:		MAP									
LMM-Punktwert:		24									
<b>1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung</b>											
Gesamtdauer dieser Tätigkeit pro Schicht [bis ... Stunden]											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Zeitwichtung											
	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	
										Zeitwichtung:	
										2	
<b>2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen von Art der Kraftausübung, Griffbedingungen, Arbeitsorganisation, Ausführungsbedingungen, Körperhaltung und Hand-/Armstellung und -bewegung</b>											
Art der Kraftausübung(en) im Finger- und Handbereich											
LINKE HAND		Halten mittl. Haltedauer [Sek. Pro Minute]				Bewegen mittl. Bewegungshäufigkeiten [Anzahl pro Minute]					
		60-31	30-16	15-4	<4	<1	1-4	5-15	16-30	31-60	>60
Höhe	Beschreibung	Wichtung									
	<b>gering</b> Sehr geringe Kräfte z.B. Tastenbedienung / Verschieben / Ordnen	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
	Geringe Kräfte z.B. Materialeinführung / Einlegen	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1,5	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5
	Mittlere Kräfte z.B. Greifen / Fügen von kleinen Werkstücken mit der Hand oder kleinen Werkzeugen	<input type="checkbox"/> 5	<input checked="" type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0,5	<input checked="" type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 8
	Hohe Kräfte z.B. Drehen / Wickeln / Verpacken / Fassen / Halten oder Fügen von Teilen / Eindrücken / Schneiden / Arbeiten mit kleineren angetriebenen Handwerkzeugen	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 13
	Sehr hohe Kräfte z.B. Kraftbetontes Schneiden / Arbeit mit kleinen Trackern / Bewegen oder Halten von Teilen oder Werkzeugen	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 21
	Spitzenkräfte z.B. Schrauben anziehen, lösen / Trennen / Eindrücken	<input type="checkbox"/> 19	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 19	<input type="checkbox"/> 33
<b>hoch</b>	Schlagen mit Daumenballen, Handfläche oder Faust	-	-	-	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input checked="" type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 21
										Wichtung der Kraftausübung für die linke Hand:	
										6	
Reset der Auswahl von linker und rechter Hand											
Art der Kraftausübung(en) im Finger- und Handbereich											
RECHTE HAND		Halten mittl. Haltedauer [Sek. Pro Minute]				Halten mittl. Bewegungshäufigkeiten [Anzahl pro Minute]					
		60-31	30-16	15-4	<4	<1	1-4	5-15	16-30	31-60	>60
Höhe	Beschreibung	Wichtung									
	<b>gering</b> Sehr geringe Kräfte z.B. Tastenbedienung / Verschieben / Ordnen	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
	Geringe Kräfte z.B. Materialeinführung / Einlegen	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1,5	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5
	Mittlere Kräfte z.B. Greifen / Fügen von kleinen Werkstücken mit der Hand oder kleinen Werkzeugen	<input type="checkbox"/> 5	<input checked="" type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0,5	<input checked="" type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 8
	Hohe Kräfte z.B. Drehen / Wickeln / Verpacken / Fassen / Halten oder Fügen von Teilen / Eindrücken / Schneiden / Arbeiten mit kleineren angetriebenen Handwerkzeugen	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 13
	Sehr hohe Kräfte z.B. Kraftbetontes Schneiden / Arbeit mit kleinen Trackern / Bewegen oder Halten von Teilen oder Werkzeugen	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 21
	Spitzenkräfte z.B. Schrauben anziehen, lösen / Trennen / Eindrücken	<input type="checkbox"/> 19	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 19	<input type="checkbox"/> 33
<b>hoch</b>	Schlagen mit Daumenballen, Handfläche oder Faust	-	-	-	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input checked="" type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 21
										Wichtung der Kraftausübung für die rechte Hand:	
										6	

Abbildung 104: LMM-Bogen der Nummer 132 Teil 1

Kraftübertragung / Greifbedingungen		Wichtung
<input type="radio"/>	Optimale Kraftübertragung/-einleitung / Arbeitsgegenstände gut greifbar (z.B. Stabform, Griffmulden) / gute ergonomische Griffgestaltung (Griffe Tasten, Werkzeuge)	0
<input checked="" type="radio"/>	Eingeschränkte Kraftübertragung/-einleitung / erhöhte Haltekräfte erforderlich / keine gestalteten Griffe	2
<input type="radio"/>	Kraftübertragung/-einleitung erheblich behindert / Arbeitsgegenstände kaum greifbar (schmierig, weich, scharfkantig) / keine oder ungeeignete Griffe	4
<b>Wichtung der Kraftübertragung/Greifbedingungen:</b>		<b>2</b>
Hand-/Armstellung und -bewegung		Wichtung
<input type="radio"/>	 Gut: Stellung oder Bewegungen der Gelenke im mittleren (entspannten) Bereich / nur selten Abweichungen	0
<input checked="" type="radio"/>	 Eingeschränkt: gelegentliche Stellungen oder Bewegungen der Gelenke am Ender der Beweglichkeitsbereiche	1
<input type="radio"/>	 Ungünstig: Häufig Stellungen oder Bewegungen der Gelenke am Ende der Beweglichkeitsbereiche	2
<input type="radio"/>	 Schlecht: Ständig Stellungen und Bewegungen am Ende der Beweglichkeitsbereiche / lang dauerndes statisches Halten der Arme ohne Hand-Arm-Abstützung	3
<b>Wichtung der Hand-/Armstellung und -bewegung:</b>		<b>1</b>
Arbeitsorganisation		Wichtung
<input type="radio"/>	Häufig Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten / mehrere Arbeitsgänge / ausreichende Erholungsmöglichkeit	0
<input checked="" type="radio"/>	Selten Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten / wenige Arbeitsgänge / Erholzeiten ausreichend	1
<input type="radio"/>	Kein/kaum Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten / wenige Einzelbewegungen pro Vorgang / hohes Arbeitstempo durch hohe Austaktung und/oder hohe Akkordarbeitsleistung / ungleichmäßiger Arbeitsablauf mit zeitweise hohen Belastungsspitzen / zu wenig oder zu kurze Erholzeiten	2
<b>Wichtung der Arbeitsorganisation:</b>		<b>1</b>
Ausführungsbedingungen		Wichtung
<input type="radio"/>	Gut: sichere Detailerkennbarkeit / keine Blendung / gute Klimatische Bedingungen	0
<input checked="" type="radio"/>	Eingeschränkt: erschwerte Detailerkennbarkeit durch Blendung oder zu kleine Details / Zugluft / Kälte / Nässe / Konzentrationsstörung durch Geräusche	1
<input type="radio"/>	Bei sehr ungünstigen Bedingungen kann die Wichtung 2 vergeben werden.	2
<b>Ausführungsbedingungs-wichtung:</b>		<b>1</b>
Körperhaltung		Wichtung
<input type="radio"/>	 Gut: Wechsel von Sitzen und Stehen möglich / Wechsel von Stehen und Gehen / dynamisches Sitzen möglich / Hand-Arm-Auflage bei Bedarf möglich / keine Verdrehung / Kopfhaltung variabel / kein Greifen über Schulterhöhe	0
<input checked="" type="radio"/>	 Eingeschränkt: Rumpf mit leichter Neigung des Körpers zum Handlungsbereich / überwiegend Sitzen mit gelegentlichem Stehen oder Gehen / gelegentliches Greifen über Schulterhöhe	1
<input type="radio"/>	 Ungünstig: Rumpf deutlich vorgeneigt und/oder verdreht / Kopfhaltung zur Detailerkennung vorgegeben / eingeschränkte Bewegungsfreiheit / ausschließlich Stehen oder Gehen / häufiges Greifen über Schulterhöhe / häufiges körperfernes Greifen	3
<input type="radio"/>	 Schlecht: Rumpf stärker verdreht und vorgeneigt / streng fixierte Körperhaltung / visuelle Kontrolle der Handlung über Lupen oder Mikroskope starke Kopfneigung oder -verdrehung / häufiges Bücken / ständiges Greifen über Schulterhöhe / ständiges körperfernes Greifen	5
<b>Wichtung der Körperhaltung:</b>		<b>1</b>
<b>3. Schritt: Bewertung</b>		
	Wichtung der Kraftausübung für die linke Hand:	6
	Wichtung der Kraftausübung für die rechte Hand:	6
	Größere Wichtung von linker und rechter Hand:	6
	Wichtung der Kraftübertragung/Greifbedingungen:	2
	Wichtung der Hand-/Armstellung und -bewegung:	1
	Wichtung der Arbeitsorganisation:	1
	Ausführungsbedingungs-wichtung:	1
	Wichtung der Körperhaltung:	1
	Summe	12
		X
	Zeitwichtung	2
	Punktwert	<b>24</b>

Abbildung 105: LMM-Bogen der Nummer 132 Teil 2

Beurteilung von Heben, Tragen, Halten anhand von Leitmerkmalen			
Nummer:	133	Attribut:	Zwischenlager
Bezeichnung:	Einlagerung	LMM-Typ:	HHT
Gesamtlänge aus Tab.:	-	LMM-Punktwert:	<b>60</b>
<b>1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung</b> (Nur eine zutreffende Spalte ist auszuwählen)			
Hebe- oder Umsetzvorgänge (< 5 s)	Halten (> 5 s)	Tragen (> 5 m)	
Anzahl am Arbeitstag	Gesamtdauer am Arbeitstag	Gesamtweg am Arbeitstag	Zeitwichtung
<input type="radio"/> < 10	<input type="radio"/> < 5 min	<input type="radio"/> < 300 m	1
<input checked="" type="radio"/> 10 bis < 40	<input type="radio"/> 5 bis < 15 min	<input type="radio"/> 300 m bis < 1 km	2
<input type="radio"/> 40 bis < 200	<input type="radio"/> 15 min bis < 1 Stunde	<input type="radio"/> 1 km bis < 4 km	4
<input type="radio"/> 200 bis < 500	<input type="radio"/> 1 Stunde bis < 2 Stunden	<input type="radio"/> 4 bis < 8 km	6
<input type="radio"/> 500 bis < 1000	<input type="radio"/> 2 Stunden bis < 4 Stunden	<input type="radio"/> 8 bis < 16 km	8
<input type="radio"/> ≥ 1000	<input type="radio"/> ≥ 4 Stunden	<input type="radio"/> ≥ 16 km	10
<b>Zeitwichtung:</b>			<b>2</b>
<b>2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen von Last, Haltung und Ausführungsbedingungen</b>			
Wirksame Last für Männer	Wirksame Last für Frauen		Lastwichtung
<input type="radio"/> < 10 kg	<input type="radio"/> < 5 kg		1
<input type="radio"/> 10 bis < 20 kg	<input type="radio"/> 5 bis < 10 kg		2
<input type="radio"/> 20 bis < 30 kg	<input type="radio"/> 10 bis < 15 kg		4
<input type="radio"/> 30 bis < 40 kg	<input type="radio"/> 15 bis < 25 kg		7
<input checked="" type="radio"/> ≥ 40 kg	<input type="radio"/> ≥ 25 kg		25
<b>Lastwichtung:</b>			<b>25</b>
Körperhaltung, Position der Last			Haltungswichtung
<input type="radio"/>		- Oberkörper aufrecht, nicht verdreht - Last am Körper	1
<input type="radio"/>		- geringes Vorneigen oder Verdrehen des Oberkörpers - Last am Körper oder körpernah	2
<input checked="" type="radio"/>		- tiefes Beugen oder weites Vorneigen - geringe Vorneigung mit gleichzeitigem Verdrehen des Oberkörpers - Last körperfern der über Schulterhöhe	4
<input type="radio"/>		- weites Vorneigen mit gleichzeitigem Verdrehen des Oberkörpers - Last körperfern - eingeschränkte Haltungsverstabilität beim Stehen	8
<b>Haltungswichtung:</b>			<b>4</b>
Ausführungsbedingungen			Ausf.-wichtung
<input type="radio"/>	Gute ergonomische Bedingungen, z.B. ausreichend Platz, keine Hindernisse im Arbeitsbereich, ebener rutschfester Boden, ausreichend beleuchtet, gute Griffbedingungen		0
<input checked="" type="radio"/>	Einschränkungen der Bewegungsfreiheit und ungünstige ergonomische Bedingungen (z.B. 1.: Bewegungsraum durch zu geringe Höhe oder durch eine Arbeitsfläche unter 1,5 m² eingeschränkt oder 2.: Standsicherheit durch unebenen, weichen Boden eingeschränkt)		1
<input type="radio"/>	Stark eingeschränkte Bewegungsfreiheit und/oder Instabilität des Lastschwerpunktes (z.B. Patiententransfer)		2
<b>Ausführungsbedingungs-wichtung:</b>			<b>1</b>
<b>3. Schritt: Bewertung</b>			
Lastwichtung	25		
Haltungswichtung	4		
Ausführungsbedingungs-wichtung	1		
Summe	30		
	X		
Zeitwichtung	2		
Punktwert	<b>60</b>		

Abbildung 106: LMM-Bogen der Nummer 133

Beurteilung von Manuellen Arbeitsprozessen anhand von Leitmerkmalen											
Nummer:		134									
Bezeichnung:		Vernieten									
Attribut:		Maschine									
LMM-Typ:		MAP									
LMM-Punktwert:		30									
<b>1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung</b>											
Gesamtdauer dieser Tätigkeit pro Schicht [bis ... Stunden]											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Zeitwichtung											
	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	
										Zeitwichtung:	4
<b>2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen von Art der Kraftausübung, Griffbedingungen, Arbeitsorganisation, Ausführungsbedingungen, Körperhaltung und Hand-/Armstellung und -bewegung</b>											
Art der Kraftausübung(en) im Finger- und Handbereich											
LINKE HAND		Halten mittl. Haltedauer [Sek. Pro Minute]				Bewegen mittl. Bewegungshäufigkeiten [Anzahl pro Minute]					
		60-31	30-16	15-4	<4	<1	1-4	5-15	16-30	31-60	>60
Höhe	Beschreibung	Wichtung									
gering 	Sehr geringe Kräfte z.B. Tastenbedienung / Verschieben / Ordnen	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
	Geringe Kräfte z.B. Materialeinführung / Einlegen	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1,5	<input type="checkbox"/> 1	<input checked="" type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input checked="" type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1,5	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5
	Mittlere Kräfte z.B. Greifen / Fügen von kleinen Werkstücken mit der Hand oder kleinen Werkzeugen	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 2	<input checked="" type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input checked="" type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 8
	Hohe Kräfte z.B. Drehen / Wickeln / Verpacken / Fassen / Halten oder Fügen von Teilen / Eindrücken / Schneiden / Arbeiten mit kleineren angetriebenen Handwerkzeugen	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 13
	Sehr hohe Kräfte z.B. Kraftbetontes Schneiden / Arbeit mit kleinen Trackern / Bewegen oder Halten von Teilen oder Werkzeugen	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 21
	Spitzenkräfte z.B. Schrauben anziehen, lösen / Trennen / Eindrücken	<input type="checkbox"/> 19	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 19	<input type="checkbox"/> 33
hoch	Schlagen mit Daumenballen, Handfläche oder Faust	-	-	-	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 21
										Wichtung der Kraftausübung für die linke Hand:	1,5
Reset der Auswahl von linker und rechter Hand											
Art der Kraftausübung(en) im Finger- und Handbereich											
RECHTE HAND		Halten mittl. Haltedauer [Sek. Pro Minute]				Halten mittl. Bewegungshäufigkeiten [Anzahl pro Minute]					
		60-31	30-16	15-4	<4	<1	1-4	5-15	16-30	31-60	>60
Höhe	Beschreibung	Wichtung									
gering 	Sehr geringe Kräfte z.B. Tastenbedienung / Verschieben / Ordnen	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
	Geringe Kräfte z.B. Materialeinführung / Einlegen	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1,5	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5
	Mittlere Kräfte z.B. Greifen / Fügen von kleinen Werkstücken mit der Hand oder kleinen Werkzeugen	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 2	<input checked="" type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input checked="" type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 8
	Hohe Kräfte z.B. Drehen / Wickeln / Verpacken / Fassen / Halten oder Fügen von Teilen / Eindrücken / Schneiden / Arbeiten mit kleineren angetriebenen Handwerkzeugen	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 13
	Sehr hohe Kräfte z.B. Kraftbetontes Schneiden / Arbeit mit kleinen Trackern / Bewegen oder Halten von Teilen oder Werkzeugen	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 21
	Spitzenkräfte z.B. Schrauben anziehen, lösen / Trennen / Eindrücken	<input type="checkbox"/> 19	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 19	<input type="checkbox"/> 33
hoch	Schlagen mit Daumenballen, Handfläche oder Faust	-	-	-	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 21
										Wichtung der Kraftausübung für die rechte Hand:	1,5

Abbildung 107: LMM-Bogen der Nummer 134 Teil 1

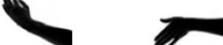
Kraftübertragung / Greifbedingungen		Wichtung
<input type="radio"/>	Optimale Kraftübertragung/-einleitung / Arbeitsgegenstände gut greifbar (z.B. Stabform, Griffmulden) / gute ergonomische Griffgestaltung (Griffe Tasten, Werkzeuge)	0
<input checked="" type="radio"/>	Eingeschränkte Kraftübertragung/-einleitung / erhöhte Haltekräfte erforderlich / keine gestalteten Griffe	2
<input type="radio"/>	Kraftübertragung/-einleitung erheblich behindert / Arbeitsgegenstände kaum greifbar (schmierig, weich, scharfkantig) / keine oder ungeeignete Griffe	4
<b>Wichtung der Kraftübertragung/Greifbedingungen:</b>		<b>2</b>
Hand-/Armstellung und -bewegung		Wichtung
<input type="radio"/>	 Gut: Stellung oder Bewegungen der Gelenke im mittleren (entspannten) Bereich / nur selten Abweichungen	0
<input checked="" type="radio"/>	 Eingeschränkt: gelegentliche Stellungen oder Bewegungen der Gelenke am Ender der Beweglichkeitsbereiche	1
<input type="radio"/>	 Ungünstig: Häufig Stellungen oder Bewegungen der Gelenke am Ende der Beweglichkeitsbereiche	2
<input type="radio"/>	 Schlecht: Ständig Stellungen und Bewegungen am Ende der Beweglichkeitsbereiche / lang dauerndes statisches Halten der Arme ohne Hand-Arm-Abstützung	3
<b>Wichtung der Hand-/Armstellung und -bewegung:</b>		<b>1</b>
Arbeitsorganisation		Wichtung
<input type="radio"/>	Häufig Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten / mehrere Arbeitsgänge / ausreichende Erholungsmöglichkeit	0
<input checked="" type="radio"/>	Selten Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten / wenige Arbeitsgänge / Erholzeiten ausreichend	1
<input type="radio"/>	Kein/kaum Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten / wenige Einzelbewegungen pro Vorgang / hohes Arbeitstempo durch hohe Austaktung und/oder hohe Akkordarbeitsleistung / ungleichmäßiger Arbeitsablauf mit zeitweise hohen Belastungsspitzen / zu wenig oder zu kurze Erholzeiten	2
<b>Wichtung der Arbeitsorganisation:</b>		<b>1</b>
Ausführungsbedingungen		Wichtung
<input type="radio"/>	Gut: sichere Detailerkennbarkeit / keine Blendung / gute Klimatische Bedingungen	0
<input checked="" type="radio"/>	Eingeschränkt: erschwerte Detailerkennbarkeit durch Blendung oder zu kleine Details / Zugluft / Kälte / Nässe / Konzentrationsstörung durch Geräusche	1
<input type="radio"/>	Bei sehr ungünstigen Bedingungen kann die Wichtung 2 vergeben werden.	2
<b>Ausführungsbedingungs-wichtung:</b>		<b>1</b>
Körperhaltung		Wichtung
<input type="radio"/>	 Gut: Wechsel von Sitzen und Stehen möglich / Wechsel von Stehen und Gehen / dynamisches Sitzen möglich / Hand-Arm-Auflage bei Bedarf möglich / keine Verdrehung / Kopfhaltung variabel / kein Greifen über Schulterhöhe	0
<input checked="" type="radio"/>	 Eingeschränkt: Rumpf mit leichter Neigung des Körpers zum Handlungsbereich / überwiegend Sitzen mit gelegentlichem Stehen oder Gehen / gelegentliches Greifen über Schulterhöhe	1
<input type="radio"/>	 Ungünstig: Rumpf deutlich vorgeneigt und/oder verdreht / Kopfhaltung zur Detailerkennung vorgegeben / eingeschränkte Bewegungsfreiheit / ausschließlich Stehen oder Gehen / häufiges Greifen über Schulterhöhe / häufiges körperfernes Greifen	3
<input type="radio"/>	 Schlecht: Rumpf stärker verdreht und vorgeneigt / streng fixierte Körperhaltung / visuelle Kontrolle der Handlung über Lupen oder Mikroskope starke Kopfneigung oder -verdrehung / häufiges Bücken / ständiges Greifen über Schulterhöhe / ständiges körperfernes Greifen	5
<b>Wichtung der Körperhaltung:</b>		<b>1</b>
<b>3. Schritt: Bewertung</b>		
	Wichtung der Kraftausübung für die linke Hand:	1,5
	Wichtung der Kraftausübung für die rechte Hand:	1,5
	Größere Wichtung von linker und rechter Hand:	1,5
	Wichtung der Kraftübertragung/Greifbedingungen:	2
	Wichtung der Hand-/Armstellung und -bewegung:	1
	Wichtung der Arbeitsorganisation:	1
	Ausführungsbedingungs-wichtung:	1
	Wichtung der Körperhaltung:	1
	Summe	7,5
		X
	Zeitwichtung	4
	Punktwert	<b>30</b>

Abbildung 108: LMM-Bogen der Nummer 134 Teil 2

Beurteilung von Heben, Tragen, Halten anhand von Leitmerkmalen			
Nummer:	135	Attribut:	Maschine
Bezeichnung:	Gehäusemodule	LMM-Typ:	HHT
Gesamtlänge aus Tab.:	-	LMM-Punktwert:	<b>24</b>
<b>1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung (Nur eine zutreffende Spalte ist auszuwählen)</b>			
Hebe- oder Umsetzvorgänge (< 5 s)	Halten (> 5 s)	Tragen (> 5 m)	
Anzahl am Arbeitstag	Gesamtdauer am Arbeitstag	Gesamtweg am Arbeitstag	Zeitwichtung
<input type="radio"/> < 10	<input type="radio"/> < 5 min	<input type="radio"/> < 300 m	1
<input type="radio"/> 10 bis < 40	<input type="radio"/> 5 bis < 15 min	<input type="radio"/> 300 m bis < 1 km	2
<input checked="" type="radio"/> 40 bis < 200	<input type="radio"/> 15 min bis < 1 Stunde	<input type="radio"/> 1 km bis < 4 km	4
<input type="radio"/> 200 bis < 500	<input type="radio"/> 1 Stunde bis < 2 Stunden	<input type="radio"/> 4 bis < 8 km	6
<input type="radio"/> 500 bis < 1000	<input type="radio"/> 2 Stunden bis < 4 Stunden	<input type="radio"/> 8 bis < 16 km	8
<input type="radio"/> ≥ 1000	<input type="radio"/> ≥ 4 Stunden	<input type="radio"/> ≥ 16 km	10
<b>Zeitwichtung:</b>			<b>4</b>
<b>2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen von Last, Haltung und Ausführungsbedingungen</b>			
Wirksame Last für Männer	Wirksame Last für Frauen		Lastwichtung
<input checked="" type="radio"/> < 10 kg	<input type="radio"/> < 5 kg		1
<input type="radio"/> 10 bis < 20 kg	<input type="radio"/> 5 bis < 10 kg		2
<input type="radio"/> 20 bis < 30 kg	<input type="radio"/> 10 bis < 15 kg		4
<input type="radio"/> 30 bis < 40 kg	<input type="radio"/> 15 bis < 25 kg		7
<input type="radio"/> ≥ 40 kg	<input type="radio"/> ≥ 25 kg		25
<b>Lastwichtung:</b>			<b>1</b>
Körperhaltung, Position der Last			Haltungswichtung
<input type="radio"/>		- Oberkörper aufrecht, nicht verdreht - Last am Körper	1
<input type="radio"/>		- geringes Vorneigen oder Verdrehen des Oberkörpers - Last am Körper oder körpernah	2
<input checked="" type="radio"/>		- tiefes Beugen oder weites Vorneigen - geringe Vorneigung mit gleichzeitigem Verdrehen des Oberkörpers - Last körperfern der über Schulterhöhe	4
<input type="radio"/>		- weites Vorneigen mit gleichzeitigem Verdrehen des Oberkörpers - Last körperfern - eingeschränkte Haltungsverstabilität beim Stehen	8
<b>Haltungswichtung:</b>			<b>4</b>
Ausführungsbedingungen			Ausf.-wichtung
<input type="radio"/>	Gute ergonomische Bedingungen, z.B. ausreichend Platz, keine Hindernisse im Arbeitsbereich, ebener rutschfester Boden, ausreichend beleuchtet, gute Griffbedingungen		0
<input checked="" type="radio"/>	Einschränkungen der Bewegungsfreiheit und ungünstige ergonomische Bedingungen (z.B. 1.: Bewegungsraum durch zu geringe Höhe oder durch eine Arbeitsfläche unter 1,5 m² eingeschränkt oder 2.: Standsicherheit durch unebenen, weichen Boden eingeschränkt)		1
<input type="radio"/>	Stark eingeschränkte Bewegungsfreiheit und/oder Instabilität des Lastschwerpunktes (z.B. Patiententransfer)		2
<b>Ausführungsbedingungs-wichtung:</b>			<b>1</b>
<b>3. Schritt: Bewertung</b>			
Lastwichtung	1		
Haltungswichtung	4		
Ausführungsbedingungs-wichtung	1		
Summe	6		
	X		
Zeitwichtung	4		
Punktwert	<b>24</b>		

Abbildung 109: LMM-Bogen der Nummer 135

Beurteilung von Heben, Tragen, Halten anhand von Leitmerkmalen			
Nummer:	136	Attribut:	Maschine
Bezeichnung:	Mantelschleifen	LMM-Typ:	HHT
Gesamtlänge aus Tab.:	-	LMM-Punktwert:	<b>28</b>
<b>1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung (Nur eine zutreffende Spalte ist auszuwählen)</b>			
Hebe- oder Umsetzvorgänge (< 5 s)	Halten (> 5 s)	Tragen (> 5 m)	
Anzahl am Arbeitstag	Gesamtdauer am Arbeitstag	Gesamtweg am Arbeitstag	Zeitwichtung
<input type="radio"/> < 10	<input type="radio"/> < 5 min	<input type="radio"/> < 300 m	1
<input type="radio"/> 10 bis < 40	<input type="radio"/> 5 bis < 15 min	<input type="radio"/> 300 m bis < 1 km	2
<input checked="" type="radio"/> 40 bis < 200	<input type="radio"/> 15 min bis < 1 Stunde	<input type="radio"/> 1 km bis < 4 km	4
<input type="radio"/> 200 bis < 500	<input type="radio"/> 1 Stunde bis < 2 Stunden	<input type="radio"/> 4 bis < 8 km	6
<input type="radio"/> 500 bis < 1000	<input type="radio"/> 2 Stunden bis < 4 Stunden	<input type="radio"/> 8 bis < 16 km	8
<input type="radio"/> ≥ 1000	<input type="radio"/> ≥ 4 Stunden	<input type="radio"/> ≥ 16 km	10
<b>Zeitwichtung:</b>			<b>4</b>
<b>2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen von Last, Haltung und Ausführungsbedingungen</b>			
Wirksame Last für Männer	Wirksame Last für Frauen		Lastwichtung
<input type="radio"/> < 10 kg	<input type="radio"/> < 5 kg		1
<input type="radio"/> 10 bis < 20 kg	<input type="radio"/> 5 bis < 10 kg		2
<input type="radio"/> 20 bis < 30 kg	<input checked="" type="radio"/> 10 bis < 15 kg		4
<input type="radio"/> 30 bis < 40 kg	<input type="radio"/> 15 bis < 25 kg		7
<input type="radio"/> ≥ 40 kg	<input type="radio"/> ≥ 25 kg		25
<b>Lastwichtung:</b>			<b>4</b>
Körperhaltung, Position der Last			Haltungswichtung
<input type="radio"/>		- Oberkörper aufrecht, nicht verdreht - Last am Körper	1
<input checked="" type="radio"/>		- geringes Vorneigen oder Verdrehen des Oberkörpers - Last am Körper oder körpernah	2
<input type="radio"/>		- tiefes Beugen oder weites Vorneigen - geringe Vorneigung mit gleichzeitigem Verdrehen des Oberkörpers - Last körperfern der über Schulterhöhe	4
<input type="radio"/>		- weites Vorneigen mit gleichzeitigem Verdrehen des Oberkörpers - Last körperfern - eingeschränkte Haltungsverstabilität beim Stehen	8
<b>Haltungswichtung:</b>			<b>2</b>
Ausführungsbedingungen			Ausf.-wichtung
<input type="radio"/>	Gute ergonomische Bedingungen, z.B. ausreichend Platz, keine Hindernisse im Arbeitsbereich, ebener rutschfester Boden, ausreichend beleuchtet, gute Griffbedingungen		0
<input checked="" type="radio"/>	Einschränkungen der Bewegungsfreiheit und ungünstige ergonomische Bedingungen (z.B. 1.: Bewegungsraum durch zu geringe Höhe oder durch eine Arbeitsfläche unter 1,5 m² eingeschränkt oder 2.: Standsicherheit durch unebenen, weichen Boden eingeschränkt)		1
<input type="radio"/>	Stark eingeschränkte Bewegungsfreiheit und/oder Instabilität des Lastschwerpunktes (z.B. Patiententransfer)		2
<b>Ausführungsbedingungs-wichtung:</b>			<b>1</b>
<b>3. Schritt: Bewertung</b>			
Lastwichtung	4		
Haltungswichtung	2		
Ausführungsbedingungs-wichtung	1		
Summe	7		
	X		
Zeitwichtung	4		
Punktwert	<b>28</b>		

Abbildung 110: LMM-Bogen der Nummer 136

Beurteilung von Manuellen Arbeitsprozessen anhand von Leitmerkmalen											
Nummer:		137									
Bezeichnung:		Galvanik									
Attribut:		Maschine									
LMM-Typ:		MAP									
LMM-Punktwert:		48									
<b>1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung</b>											
Gesamtdauer dieser Tätigkeit pro Schicht [bis ... Stunden]											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Zeitwichtung											
	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	
										Zeitwichtung:	4
<b>2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen von Art der Kraftausübung, Griffbedingungen, Arbeitsorganisation, Ausführungsbedingungen, Körperhaltung und Hand-/Armstellung und -bewegung</b>											
Art der Kraftausübung(en) im Finger- und Handbereich											
LINKE HAND		Halten mittl. Haltedauer [Sek. Pro Minute]				Bewegen mittl. Bewegungshäufigkeiten [Anzahl pro Minute]					
		60-31	30-16	15-4	<4	<1	1-4	5-15	16-30	31-60	>60
Höhe	Beschreibung	Wichtung									
gering	Sehr geringe Kräfte z.B. Tastenbedienung / Verschieben / Ordnen	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
	Geringe Kräfte z.B. Materialeinführung / Einlegen	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1,5	<input checked="" type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input checked="" type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1,5	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5
	Mittlere Kräfte z.B. Greifen / Fügen von kleinen Werkstücken mit der Hand oder kleinen Werkzeugen	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 2	<input checked="" type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input checked="" type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 8
	Hohe Kräfte z.B. Drehen / Wickeln / Verpacken / Fassen / Halten oder Fügen von Teilen / Eindrücken / Schneiden / Arbeiten mit kleineren angetriebenen Handwerkzeugen	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 13
	Sehr hohe Kräfte z.B. Kraftbetontes Schneiden / Arbeit mit kleinen Trackern / Bewegen oder Halten von Teilen oder Werkzeugen	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 21
	Spitzenkräfte z.B. Schrauben anziehen, lösen / Trennen / Eindrücken	<input type="checkbox"/> 19	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 19	<input type="checkbox"/> 33
hoch	Schlagen mit Daumenballen, Handfläche oder Faust	-	-	-	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 21
										Wichtung der Kraftausübung für die linke Hand:	2,5
Reset der Auswahl von linker und rechter Hand											
Art der Kraftausübung(en) im Finger- und Handbereich											
RECHTE HAND		Halten mittl. Haltedauer [Sek. Pro Minute]				Halten mittl. Bewegungshäufigkeiten [Anzahl pro Minute]					
		60-31	30-16	15-4	<4	<1	1-4	5-15	16-30	31-60	>60
Höhe	Beschreibung	Wichtung									
gering	Sehr geringe Kräfte z.B. Tastenbedienung / Verschieben / Ordnen	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
	Geringe Kräfte z.B. Materialeinführung / Einlegen	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1,5	<input checked="" type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input checked="" type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1,5	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5
	Mittlere Kräfte z.B. Greifen / Fügen von kleinen Werkstücken mit der Hand oder kleinen Werkzeugen	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 8
	Hohe Kräfte z.B. Drehen / Wickeln / Verpacken / Fassen / Halten oder Fügen von Teilen / Eindrücken / Schneiden / Arbeiten mit kleineren angetriebenen Handwerkzeugen	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 4	<input checked="" type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 0,5	<input checked="" type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 13
	Sehr hohe Kräfte z.B. Kraftbetontes Schneiden / Arbeit mit kleinen Trackern / Bewegen oder Halten von Teilen oder Werkzeugen	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 21
	Spitzenkräfte z.B. Schrauben anziehen, lösen / Trennen / Eindrücken	<input type="checkbox"/> 19	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 19	<input type="checkbox"/> 33
hoch	Schlagen mit Daumenballen, Handfläche oder Faust	-	-	-	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 21
										Wichtung der Kraftausübung für die rechte Hand:	4

Abbildung 111: LMM-Bogen der Nummer 137 Teil 1

Kraftübertragung / Greifbedingungen		Wichtung
<input type="radio"/>	Optimale Kraftübertragung/-einleitung / Arbeitsgegenstände gut greifbar (z.B. Stabform, Griffmulden) / gute ergonomische Griffgestaltung (Griffe Tasten, Werkzeuge)	0
<input checked="" type="radio"/>	Eingeschränkte Kraftübertragung/-einleitung / erhöhte Haltekräfte erforderlich / keine gestalteten Griffe	2
<input type="radio"/>	Kraftübertragung/-einleitung erheblich behindert / Arbeitsgegenstände kaum greifbar (schmierig, weich, scharfkantig) / keine oder ungeeignete Griffe	4
<b>Wichtung der Kraftübertragung/Greifbedingungen:</b>		<b>2</b>
Hand-/Armstellung und -bewegung		Wichtung
<input type="radio"/>	 Gut: Stellung oder Bewegungen der Gelenke im mittleren (entspannten) Bereich / nur selten Abweichungen	0
<input checked="" type="radio"/>	 Eingeschränkt: gelegentliche Stellungen oder Bewegungen der Gelenke am Ender der Beweglichkeitsbereiche	1
<input type="radio"/>	 Ungünstig: Häufig Stellungen oder Bewegungen der Gelenke am Ende der Beweglichkeitsbereiche	2
<input type="radio"/>	 Schlecht: Ständig Stellungen und Bewegungen am Ende der Beweglichkeitsbereiche / lang dauerndes statisches Halten der Arme ohne Hand-Arm-Abstützung	3
<b>Wichtung der Hand-/Armstellung und -bewegung:</b>		<b>1</b>
Arbeitsorganisation		Wichtung
<input type="radio"/>	Häufig Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten / mehrere Arbeitsgänge / ausreichende Erholungsmöglichkeit	0
<input checked="" type="radio"/>	Selten Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten / wenige Arbeitsgänge / Erholzeiten ausreichend	1
<input type="radio"/>	Kein/kaum Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten / wenige Einzelbewegungen pro Vorgang / hohes Arbeitstempo durch hohe Austaktung und/oder hohe Akkordarbeitsleistung / ungleichmäßiger Arbeitsablauf mit zeitweise hohen Belastungsspitzen / zu wenig oder zu kurze Erholzeiten	2
<b>Wichtung der Arbeitsorganisation:</b>		<b>1</b>
Ausführungsbedingungen		Wichtung
<input type="radio"/>	Gut: sichere Detailerkennbarkeit / keine Blendung / gute Klimatische Bedingungen	0
<input checked="" type="radio"/>	Eingeschränkt: erschwerte Detailerkennbarkeit durch Blendung oder zu kleine Details / Zugluft / Kälte / Nässe / Konzentrationsstörung durch Geräusche	1
<input type="radio"/>	Bei sehr ungünstigen Bedingungen kann die Wichtung 2 vergeben werden.	2
<b>Ausführungsbedingungs-wichtung:</b>		<b>1</b>
Körperhaltung		Wichtung
<input type="radio"/>	 Gut: Wechsel von Sitzen und Stehen möglich / Wechsel von Stehen und Gehen / dynamisches Sitzen möglich / Hand-Arm-Auflage bei Bedarf möglich / keine Verdrehung / Kopfhaltung variabel / kein Greifen über Schulterhöhe	0
<input type="radio"/>	 Eingeschränkt: Rumpf mit leichter Neigung des Körpers zum Handlungsbereich / überwiegend Sitzen mit gelegentlichem Stehen oder Gehen / gelegentliches Greifen über Schulterhöhe	1
<input checked="" type="radio"/>	 Ungünstig: Rumpf deutlich vorgeneigt und/oder verdreht / Kopfhaltung zur Detailerkennung vorgegeben / eingeschränkte Bewegungsfreiheit / ausschließlich Stehen oder Gehen / häufiges Greifen über Schulterhöhe / häufiges körperfernes Greifen	3
<input type="radio"/>	 Schlecht: Rumpf stärker verdreht und vorgeneigt / streng fixierte Körperhaltung / visuelle Kontrolle der Handlung über Lupen oder Mikroskope starke Kopfneigung oder -verdrehung / häufiges Bücken / ständiges Greifen über Schulterhöhe / ständiges körperfernes Greifen	5
<b>Wichtung der Körperhaltung:</b>		<b>3</b>
<b>3. Schritt: Bewertung</b>		
	Wichtung der Kraftausübung für die linke Hand:	2,5
	Wichtung der Kraftausübung für die rechte Hand:	4
	Größere Wichtung von linker und rechter Hand:	4
	Wichtung der Kraftübertragung/Greifbedingungen:	2
	Wichtung der Hand-/Armstellung und -bewegung:	1
	Wichtung der Arbeitsorganisation:	1
	Ausführungsbedingungs-wichtung:	1
	Wichtung der Körperhaltung:	3
	Summe	12
		X
	Zeitwichtung	4
	Punktwert	<b>48</b>

Abbildung 112: LMM-Bogen der Nummer 137 Teil 2

Beurteilung von Manuellen Arbeitsprozessen anhand von Leitmerkmalen											
Nummer:		138									
Bezeichnung:		Aufbohrsicherung									
Attribut:		Maschine									
LMM-Typ:		MAP									
LMM-Punktwert:		44									
1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung											
Gesamtdauer dieser Tätigkeit pro Schicht [bis ... Stunden]											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Zeitwichtung											
	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	
										Zeitwichtung:	4
2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen von Art der Kraftausübung, Griffbedingungen, Arbeitsorganisation, Ausführungsbedingungen, Körperhaltung und Hand-/Armstellung und -bewegung											
Art der Kraftausübung(en) im Finger- und Handbereich											
LINKE HAND		Halten mittl. Haltedauer [Sek. Pro Minute]				Bewegen mittl. Bewegungshäufigkeiten [Anzahl pro Minute]					
		60-31	30-16	15-4	<4	<1	1-4	5-15	16-30	31-60	>60
Höhe	Beschreibung	Wichtung									
gering	Sehr geringe Kräfte z.B. Tastenbedienung / Verschieben / Ordnen	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
	Geringe Kräfte z.B. Materialeinführung / Einlegen	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1,5	<input checked="" type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input checked="" type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1,5	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5
	Mittlere Kräfte z.B. Greifen / Fügen von kleinen Werkstücken mit der Hand oder kleinen Werkzeugen	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 8
	Hohe Kräfte z.B. Drehen / Wickeln / Verpacken / Fassen / Halten oder Fügen von Teilen / Eindrücken / Schneiden / Arbeiten mit kleineren angetriebenen Handwerkzeugen	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 13
	Sehr hohe Kräfte z.B. Kraftbetontes Schneiden / Arbeit mit kleinen Trackern / Bewegen oder Halten von Teilen oder Werkzeugen	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 21
	Spitzenkräfte z.B. Schrauben anziehen, lösen / Trennen / Eindrücken	<input type="checkbox"/> 19	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 19	<input type="checkbox"/> 33
hoch	Schlagen mit Daumenballen, Handfläche oder Faust	-	-	-	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 21
										Wichtung der Kraftausübung für die linke Hand:	2
Reset der Auswahl von linker und rechter Hand											
Art der Kraftausübung(en) im Finger- und Handbereich											
RECHTE HAND		Halten mittl. Haltedauer [Sek. Pro Minute]				Halten mittl. Bewegungshäufigkeiten [Anzahl pro Minute]					
		60-31	30-16	15-4	<4	<1	1-4	5-15	16-30	31-60	>60
Höhe	Beschreibung	Wichtung									
gering	Sehr geringe Kräfte z.B. Tastenbedienung / Verschieben / Ordnen	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
	Geringe Kräfte z.B. Materialeinführung / Einlegen	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1,5	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5
	Mittlere Kräfte z.B. Greifen / Fügen von kleinen Werkstücken mit der Hand oder kleinen Werkzeugen	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 8
	Hohe Kräfte z.B. Drehen / Wickeln / Verpacken / Fassen / Halten oder Fügen von Teilen / Eindrücken / Schneiden / Arbeiten mit kleineren angetriebenen Handwerkzeugen	<input type="checkbox"/> 8	<input checked="" type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 0,5	<input checked="" type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 13
	Sehr hohe Kräfte z.B. Kraftbetontes Schneiden / Arbeit mit kleinen Trackern / Bewegen oder Halten von Teilen oder Werkzeugen	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 21
	Spitzenkräfte z.B. Schrauben anziehen, lösen / Trennen / Eindrücken	<input type="checkbox"/> 19	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 19	<input type="checkbox"/> 33
hoch	Schlagen mit Daumenballen, Handfläche oder Faust	-	-	-	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 21
										Wichtung der Kraftausübung für die rechte Hand:	5

Abbildung 113: LMM-Bogen der Nummer 138 Teil 1

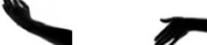
Kraftübertragung / Greifbedingungen		Wichtung
<input type="radio"/>	Optimale Kraftübertragung/-einleitung / Arbeitsgegenstände gut greifbar (z.B. Stabform, Griffmulden) / gute ergonomische Griffgestaltung (Griffe Tasten, Werkzeuge)	0
<input checked="" type="radio"/>	Eingeschränkte Kraftübertragung/-einleitung / erhöhte Haltekräfte erforderlich / keine gestalteten Griffe	2
<input type="radio"/>	Kraftübertragung/-einleitung erheblich behindert / Arbeitsgegenstände kaum greifbar (schmierig, weich, scharfkantig) / keine oder ungeeignete Griffe	4
<b>Wichtung der Kraftübertragung/Greifbedingungen:</b>		<b>2</b>
Hand-/Armstellung und -bewegung		Wichtung
<input type="radio"/>	 Gut: Stellung oder Bewegungen der Gelenke im mittleren (entspannten) Bereich / nur selten Abweichungen	0
<input checked="" type="radio"/>	 Eingeschränkt: gelegentliche Stellungen oder Bewegungen der Gelenke am Ender der Beweglichkeitsbereiche	1
<input type="radio"/>	 Ungünstig: Häufig Stellungen oder Bewegungen der Gelenke am Ende der Beweglichkeitsbereiche	2
<input type="radio"/>	 Schlecht: Ständig Stellungen und Bewegungen am Ende der Beweglichkeitsbereiche / lang dauerndes statisches Halten der Arme ohne Hand-Arm-Abstützung	3
<b>Wichtung der Hand-/Armstellung und -bewegung:</b>		<b>1</b>
Arbeitsorganisation		Wichtung
<input type="radio"/>	Häufig Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten / mehrere Arbeitsgänge / ausreichende Erholungsmöglichkeit	0
<input checked="" type="radio"/>	Selten Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten / wenige Arbeitsgänge / Erholzeiten ausreichend	1
<input type="radio"/>	Kein/kaum Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten / wenige Einzelbewegungen pro Vorgang / hohes Arbeitstempo durch hohe Austaktung und/oder hohe Akkordarbeitsleistung / ungleichmäßiger Arbeitsablauf mit zeitweise hohen Belastungsspitzen / zu wenig oder zu kurze Erholzeiten	2
<b>Wichtung der Arbeitsorganisation:</b>		<b>1</b>
Ausführungsbedingungen		Wichtung
<input type="radio"/>	Gut: sichere Detailerkennbarkeit / keine Blendung / gute Klimatische Bedingungen	0
<input checked="" type="radio"/>	Eingeschränkt: erschwerte Detailerkennbarkeit durch Blendung oder zu kleine Details / Zugluft / Kälte / Nässe / Konzentrationsstörung durch Geräusche	1
<input type="radio"/>	Bei sehr ungünstigen Bedingungen kann die Wichtung 2 vergeben werden.	2
<b>Ausführungsbedingungs-wichtung:</b>		<b>1</b>
Körperhaltung		Wichtung
<input type="radio"/>	 Gut: Wechsel von Sitzen und Stehen möglich / Wechsel von Stehen und Gehen / dynamisches Sitzen möglich / Hand-Arm-Auflage bei Bedarf möglich / keine Verdrehung / Kopfhaltung variabel / kein Greifen über Schulterhöhe	0
<input checked="" type="radio"/>	 Eingeschränkt: Rumpf mit leichter Neigung des Körpers zum Handlungsbereich / überwiegend Sitzen mit gelegentlichem Stehen oder Gehen / gelegentliches Greifen über Schulterhöhe	1
<input type="radio"/>	 Ungünstig: Rumpf deutlich vorgeneigt und/oder verdreht / Kopfhaltung zur Detailerkennung vorgegeben / eingeschränkte Bewegungsfreiheit / ausschließlich Stehen oder Gehen / häufiges Greifen über Schulterhöhe / häufiges körperfernes Greifen	3
<input type="radio"/>	 Schlecht: Rumpf stärker verdreht und vorgeneigt / streng fixierte Körperhaltung / visuelle Kontrolle der Handlung über Lupen oder Mikroskope starke Kopfneigung oder -verdrehung / häufiges Bücken / ständiges Greifen über Schulterhöhe / ständiges körperfernes Greifen	5
<b>Wichtung der Körperhaltung:</b>		<b>1</b>
<b>3. Schritt: Bewertung</b>		
	Wichtung der Kraftausübung für die linke Hand:	2
	Wichtung der Kraftausübung für die rechte Hand:	5
	Größere Wichtung von linker und rechter Hand:	5
	Wichtung der Kraftübertragung/Greifbedingungen:	2
	Wichtung der Hand-/Armstellung und -bewegung:	1
	Wichtung der Arbeitsorganisation:	1
	Ausführungsbedingungs-wichtung:	1
	Wichtung der Körperhaltung:	1
	Summe	11
		X
	Zeitwichtung	4
	Punktwert	<b>44</b>

Abbildung 114: LMM-Bogen der Nummer 138 Teil 2

Beurteilung von Heben, Tragen, Halten anhand von Leitmerkmalen			
Nummer:	161	Attribut:	Maschine
Bezeichnung:	Stangenschneiden	LMM-Typ:	HHT
Gesamtlänge aus Tab.:	-	LMM-Punktwert:	<b>28</b>
<b>1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung (Nur eine zutreffende Spalte ist auszuwählen)</b>			
Hebe- oder Umsetzvorgänge (< 5 s)	Halten (> 5 s)	Tragen (> 5 m)	
Anzahl am Arbeitstag	Gesamtdauer am Arbeitstag	Gesamtweg am Arbeitstag	Zeitwichtung
<input type="radio"/> < 10	<input type="radio"/> < 5 min	<input type="radio"/> < 300 m	1
<input type="radio"/> 10 bis < 40	<input type="radio"/> 5 bis < 15 min	<input type="radio"/> 300 m bis < 1 km	2
<input checked="" type="radio"/> 40 bis < 200	<input type="radio"/> 15 min bis < 1 Stunde	<input type="radio"/> 1 km bis < 4 km	4
<input type="radio"/> 200 bis < 500	<input type="radio"/> 1 Stunde bis < 2 Stunden	<input type="radio"/> 4 bis < 8 km	6
<input type="radio"/> 500 bis < 1000	<input type="radio"/> 2 Stunden bis < 4 Stunden	<input type="radio"/> 8 bis < 16 km	8
<input type="radio"/> ≥ 1000	<input type="radio"/> ≥ 4 Stunden	<input type="radio"/> ≥ 16 km	10
<b>Zeitwichtung:</b>			<b>4</b>
<b>2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen von Last, Haltung und Ausführungsbedingungen</b>			
Wirksame Last für Männer	Wirksame Last für Frauen		Lastwichtung
<input checked="" type="radio"/> < 10 kg	<input type="radio"/> < 5 kg		1
<input type="radio"/> 10 bis < 20 kg	<input type="radio"/> 5 bis < 10 kg		2
<input type="radio"/> 20 bis < 30 kg	<input type="radio"/> 10 bis < 15 kg		4
<input type="radio"/> 30 bis < 40 kg	<input type="radio"/> 15 bis < 25 kg		7
<input type="radio"/> ≥ 40 kg	<input type="radio"/> ≥ 25 kg		25
<b>Lastwichtung:</b>			<b>1</b>
Körperhaltung, Position der Last			Haltungswichtung
<input type="radio"/>		- Oberkörper aufrecht, nicht verdreht - Last am Körper	1
<input type="radio"/>		- geringes Vorneigen oder Verdrehen des Oberkörpers - Last am Körper oder körpernah	2
<input checked="" type="radio"/>		- tiefes Beugen oder weites Vorneigen - geringe Vorneigung mit gleichzeitigem Verdrehen des Oberkörpers - Last körperfern der über Schulterhöhe	4
<input type="radio"/>		- weites Vorneigen mit gleichzeitigem Verdrehen des Oberkörpers - Last körperfern - eingeschränkte Haltungsverstabilität beim Stehen	8
<b>Haltungswichtung:</b>			<b>4</b>
Ausführungsbedingungen			Ausf.-wichtung
<input type="radio"/>	Gute ergonomische Bedingungen, z.B. ausreichend Platz, keine Hindernisse im Arbeitsbereich, ebener rutschfester Boden, ausreichend beleuchtet, gute Griffbedingungen		0
<input type="radio"/>	Einschränkungen der Bewegungsfreiheit und ungünstige ergonomische Bedingungen (z.B. 1.: Bewegungsraum durch zu geringe Höhe oder durch eine Arbeitsfläche unter 1,5 m² eingeschränkt oder 2.: Standsicherheit durch unebenen, weichen Boden eingeschränkt)		1
<input checked="" type="radio"/>	Stark eingeschränkte Bewegungsfreiheit und/oder Instabilität des Lastschwerpunktes (z.B. Patiententransfer)		2
<b>Ausführungsbedingungs-wichtung:</b>			<b>2</b>
<b>3. Schritt: Bewertung</b>			
Lastwichtung	1		
Haltungswichtung	4		
Ausführungsbedingungs-wichtung	2		
Summe	7		
	X		
Zeitwichtung	4		
Punktwert	<b>28</b>		

Abbildung 115: LMM-Bogen der Nummer 161

Beurteilung von Manuellen Arbeitsprozessen anhand von Leitmerkmalen											
Nummer:		162									
Bezeichnung:		CNC-Maschine									
Attribut:		Maschine									
LMM-Typ:		MAP									
LMM-Punktwert:		26,25									
1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung											
Gesamtdauer dieser Tätigkeit pro Schicht [bis ... Stunden]											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Zeitwichtung		1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5
										Zeitwichtung:	1,5
2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen von Art der Kraftausübung, Griffbedingungen, Arbeitsorganisation, Ausführungsbedingungen, Körperhaltung und Hand-/Armstellung und -bewegung											
Art der Kraftausübung(en) im Finger- und Handbereich											
LINKE HAND		Halten mittl. Haltedauer [Sek. Pro Minute]				Bewegen mittl. Bewegungshäufigkeiten [Anzahl pro Minute]					
		60-31	30-16	15-4	<4	<1	1-4	5-15	16-30	31-60	>60
Höhe	Beschreibung	Wichtung									
gering 	Sehr geringe Kräfte z.B. Tastenbedienung / Verschieben / Ordnen	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
	Geringe Kräfte z.B. Materialeinführung / Einlegen	<input checked="" type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1,5	<input checked="" type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5
	Mittlere Kräfte z.B. Greifen / Fügen von kleinen Werkstücken mit der Hand oder kleinen Werkzeugen	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 8
	Hohe Kräfte z.B. Drehen / Wickeln / Verpacken / Fassen / Halten oder Fügen von Teilen / Eindrücken / Schneiden / Arbeiten mit kleineren angetriebenen Handwerkzeugen	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 2	<input checked="" type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 0,5	<input checked="" type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 13
	Sehr hohe Kräfte z.B. Kraftbetontes Schneiden / Arbeit mit kleinen Trackern / Bewegen oder Halten von Teilen oder Werkzeugen	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 21
	Spitzenkräfte z.B. Schrauben anziehen, lösen / Trennen / Eindrücken	<input type="checkbox"/> 19	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 19	<input type="checkbox"/> 33
hoch	Schlagen mit Daumenballen, Handfläche oder Faust	-	-	-	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 21
										Wichtung der Kraftausübung für die linke Hand:	7,5
Reset der Auswahl von linker und rechter Hand											
Art der Kraftausübung(en) im Finger- und Handbereich											
RECHTE HAND		Halten mittl. Haltedauer [Sek. Pro Minute]				Halten mittl. Bewegungshäufigkeiten [Anzahl pro Minute]					
		60-31	30-16	15-4	<4	<1	1-4	5-15	16-30	31-60	>60
Höhe	Beschreibung	Wichtung									
gering 	Sehr geringe Kräfte z.B. Tastenbedienung / Verschieben / Ordnen	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
	Geringe Kräfte z.B. Materialeinführung / Einlegen	<input checked="" type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1,5	<input checked="" type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5
	Mittlere Kräfte z.B. Greifen / Fügen von kleinen Werkstücken mit der Hand oder kleinen Werkzeugen	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 8
	Hohe Kräfte z.B. Drehen / Wickeln / Verpacken / Fassen / Halten oder Fügen von Teilen / Eindrücken / Schneiden / Arbeiten mit kleineren angetriebenen Handwerkzeugen	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 2	<input checked="" type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 0,5	<input checked="" type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 13
	Sehr hohe Kräfte z.B. Kraftbetontes Schneiden / Arbeit mit kleinen Trackern / Bewegen oder Halten von Teilen oder Werkzeugen	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 21
	Spitzenkräfte z.B. Schrauben anziehen, lösen / Trennen / Eindrücken	<input type="checkbox"/> 19	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 19	<input type="checkbox"/> 33
hoch	Schlagen mit Daumenballen, Handfläche oder Faust	-	-	-	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 21
										Wichtung der Kraftausübung für die rechte Hand:	7,5

Abbildung 116: LMM-Bogen der Nummer 162 Teil 1

Kraftübertragung / Greifbedingungen		Wichtung
<input type="radio"/>	Optimale Kraftübertragung/-einleitung / Arbeitsgegenstände gut greifbar (z.B. Stabform, Griffmulden) / gute ergonomische Griffgestaltung (Griffe Tasten, Werkzeuge)	0
<input type="radio"/>	Eingeschränkte Kraftübertragung/-einleitung / erhöhte Haltekräfte erforderlich / keine gestalteten Griffe	2
<input checked="" type="radio"/>	Kraftübertragung/-einleitung erheblich behindert / Arbeitsgegenstände kaum greifbar (schmierig, weich, scharfkantig) / keine oder ungeeignete Griffe	4
<b>Wichtung der Kraftübertragung/Greifbedingungen:</b>		<b>4</b>
Hand-/Armstellung und -bewegung		Wichtung
<input type="radio"/>	 Gut: Stellung oder Bewegungen der Gelenke im mittleren (entspannten) Bereich / nur selten Abweichungen	0
<input checked="" type="radio"/>	 Eingeschränkt: gelegentliche Stellungen oder Bewegungen der Gelenke am Ender der Beweglichkeitsbereiche	1
<input type="radio"/>	 Ungünstig: Häufig Stellungen oder Bewegungen der Gelenke am Ende der Beweglichkeitsbereiche	2
<input type="radio"/>	 Schlecht: Ständig Stellungen und Bewegungen am Ende der Beweglichkeitsbereiche / lang dauerndes statisches Halten der Arme ohne Hand-Arm-Abstützung	3
<b>Wichtung der Hand-/Armstellung und -bewegung:</b>		<b>1</b>
Arbeitsorganisation		Wichtung
<input type="radio"/>	Häufig Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten / mehrere Arbeitsgänge / ausreichende Erholungsmöglichkeit	0
<input checked="" type="radio"/>	Selten Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten / wenige Arbeitsgänge / Erholzeiten ausreichend	1
<input type="radio"/>	Kein/kaum Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten / wenige Einzelbewegungen pro Vorgang / hohes Arbeitstempo durch hohe Austaktung und/oder hohe Akkordarbeitsleistung / ungleichmäßiger Arbeitsablauf mit zeitweise hohen Belastungsspitzen / zu wenig oder zu kurze Erholzeiten	2
<b>Wichtung der Arbeitsorganisation:</b>		<b>1</b>
Ausführungsbedingungen		Wichtung
<input type="radio"/>	Gut: sichere Detailerkennbarkeit / keine Blendung / gute Klimatische Bedingungen	0
<input checked="" type="radio"/>	Eingeschränkt: erschwerte Detailerkennbarkeit durch Blendung oder zu kleine Details / Zugluft / Kälte / Nässe / Konzentrationsstörung durch Geräusche	1
<input type="radio"/>	Bei sehr ungünstigen Bedingungen kann die Wichtung 2 vergeben werden.	2
<b>Ausführungsbedingungs-wichtung:</b>		<b>1</b>
Körperhaltung		Wichtung
<input type="radio"/>	 Gut: Wechsel von Sitzen und Stehen möglich / Wechsel von Stehen und Gehen / dynamisches Sitzen möglich / Hand-Arm-Auflage bei Bedarf möglich / keine Verdrehung / Kopfhaltung variabel / kein Greifen über Schulterhöhe	0
<input type="radio"/>	 Eingeschränkt: Rumpf mit leichter Neigung des Körpers zum Handlungsbereich / überwiegend Sitzen mit gelegentlichem Stehen oder Gehen / gelegentliches Greifen über Schulterhöhe	1
<input checked="" type="radio"/>	 Ungünstig: Rumpf deutlich vorgeneigt und/oder verdreht / Kopfhaltung zur Detailerkennung vorgegeben / eingeschränkte Bewegungsfreiheit / ausschließlich Stehen oder Gehen / häufiges Greifen über Schulterhöhe / häufiges körperfernes Greifen	3
<input type="radio"/>	 Schlecht: Rumpf stärker verdreht und vorgeneigt / streng fixierte Körperhaltung / visuelle Kontrolle der Handlung über Lupen oder Mikroskope starke Kopfneigung oder -verdrehung / häufiges Bücken / ständiges Greifen über Schulterhöhe / ständiges körperfernes Greifen	5
<b>Wichtung der Körperhaltung:</b>		<b>3</b>
<b>3. Schritt: Bewertung</b>		
	Wichtung der Kraftausübung für die linke Hand:	7,5
	Wichtung der Kraftausübung für die rechte Hand:	7,5
	Größere Wichtung von linker und rechter Hand:	7,5
	Wichtung der Kraftübertragung/Greifbedingungen:	4
	Wichtung der Hand-/Armstellung und -bewegung:	1
	Wichtung der Arbeitsorganisation:	1
	Ausführungsbedingungs-wichtung:	1
	Wichtung der Körperhaltung:	3
	Summe	17,5
		X
	Zeitwichtung	1,5
	Punktwert	<b>26,25</b>

Abbildung 117: LMM-Bogen der Nummer 162 Teil 2

Beurteilung von Heben, Tragen, Halten anhand von Leitmerkmalen			
Nummer:	163	Attribut:	Maschine
Bezeichnung:	Waschen	LMM-Typ:	HHT
Gesamtlänge aus Tab.:	-	LMM-Punktwert:	<b>28</b>
<b>1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung</b> (Nur eine zutreffende Spalte ist auszuwählen)			
Hebe- oder Umsetzvorgänge (< 5 s)	Halten (> 5 s)	Tragen (> 5 m)	
Anzahl am Arbeitstag	Gesamtdauer am Arbeitstag	Gesamtweg am Arbeitstag	Zeitwichtung
<input type="radio"/> < 10	<input type="radio"/> < 5 min	<input type="radio"/> < 300 m	1
<input type="radio"/> 10 bis < 40	<input type="radio"/> 5 bis < 15 min	<input type="radio"/> 300 m bis < 1 km	2
<input checked="" type="radio"/> 40 bis < 200	<input type="radio"/> 15 min bis < 1 Stunde	<input type="radio"/> 1 km bis < 4 km	4
<input type="radio"/> 200 bis < 500	<input type="radio"/> 1 Stunde bis < 2 Stunden	<input type="radio"/> 4 bis < 8 km	6
<input type="radio"/> 500 bis < 1000	<input type="radio"/> 2 Stunden bis < 4 Stunden	<input type="radio"/> 8 bis < 16 km	8
<input type="radio"/> ≥ 1000	<input type="radio"/> ≥ 4 Stunden	<input type="radio"/> ≥ 16 km	10
<b>Zeitwichtung:</b>			<b>4</b>
<b>2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen von Last, Haltung und Ausführungsbedingungen</b>			
Wirksame Last für Männer	Wirksame Last für Frauen		Lastwichtung
<input type="radio"/> < 10 kg	<input type="radio"/> < 5 kg		1
<input type="radio"/> 10 bis < 20 kg	<input type="radio"/> 5 bis < 10 kg		2
<input type="radio"/> 20 bis < 30 kg	<input checked="" type="radio"/> 10 bis < 15 kg		4
<input type="radio"/> 30 bis < 40 kg	<input type="radio"/> 15 bis < 25 kg		7
<input type="radio"/> ≥ 40 kg	<input type="radio"/> ≥ 25 kg		25
<b>Lastwichtung:</b>			<b>4</b>
Körperhaltung, Position der Last			Haltungswichtung
<input type="radio"/>		- Oberkörper aufrecht, nicht verdreht - Last am Körper	1
<input checked="" type="radio"/>		- geringes Vorneigen oder Verdrehen des Oberkörpers - Last am Körper oder körpernah	2
<input type="radio"/>		- tiefes Beugen oder weites Vorneigen - geringe Vorneigung mit gleichzeitigem Verdrehen des Oberkörpers - Last körperfern der über Schulterhöhe	4
<input type="radio"/>		- weites Vorneigen mit gleichzeitigem Verdrehen des Oberkörpers - Last körperfern - eingeschränkte Haltungsverstabilität beim Stehen	8
<b>Haltungswichtung:</b>			<b>2</b>
Ausführungsbedingungen			Ausf.-wichtung
<input type="radio"/>	Gute ergonomische Bedingungen, z.B. ausreichend Platz, keine Hindernisse im Arbeitsbereich, ebener rutschfester Boden, ausreichend beleuchtet, gute Griffbedingungen		0
<input checked="" type="radio"/>	Einschränkungen der Bewegungsfreiheit und ungünstige ergonomische Bedingungen (z.B. 1.: Bewegungsraum durch zu geringe Höhe oder durch eine Arbeitsfläche unter 1,5 m² eingeschränkt oder 2.: Standsicherheit durch unebenen, weichen Boden eingeschränkt)		1
<input type="radio"/>	Stark eingeschränkte Bewegungsfreiheit und/oder Instabilität des Lastschwerpunktes (z.B. Patiententransfer)		2
<b>Ausführungsbedingungswichtung:</b>			<b>1</b>
<b>3. Schritt: Bewertung</b>			
Lastwichtung	4		
Haltungswichtung	2		
Ausführungsbedingungswichtung	1		
Summe	7		
	X		
Zeitwichtung	4		
Punktwert	<b>28</b>		

Abbildung 118: LMM-Bogen der Nummer 163

Beurteilung von Manuellen Arbeitsprozessen anhand von Leitmerkmalen											
Nummer:		164									
Bezeichnung:		Umschichten									
Attribut:		Arbeitsvorgang									
LMM-Typ:		MAP									
LMM-Punktwert:		24									
1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung											
Gesamtdauer dieser Tätigkeit pro Schicht [bis ... Stunden]											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Zeitwichtung											
	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	
										Zeitwichtung:	1,5
2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen von Art der Kraftausübung, Griffbedingungen, Arbeitsorganisation, Ausführungsbedingungen, Körperhaltung und Hand-/Armstellung und -bewegung											
Art der Kraftausübung(en) im Finger- und Handbereich											
LINKE HAND		Halten mittl. Haltedauer [Sek. Pro Minute]				Bewegen mittl. Bewegungshäufigkeiten [Anzahl pro Minute]					
		60-31	30-16	15-4	<4	<1	1-4	5-15	16-30	31-60	>60
Höhe	Beschreibung	Wichtung									
gering 	Sehr geringe Kräfte z.B. Tastenbedienung / Verschieben / Ordnen	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
	Geringe Kräfte z.B. Materialeinführung / Einlegen	<input checked="" type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1,5	<input checked="" type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5
	Mittlere Kräfte z.B. Greifen / Fügen von kleinen Werkstücken mit der Hand oder kleinen Werkzeugen	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 8
	Hohe Kräfte z.B. Drehen / Wickeln / Verpacken / Fassen / Halten oder Fügen von Teilen / Eindrücken / Schneiden / Arbeiten mit kleineren angetriebenen Handwerkzeugen	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 13
	Sehr hohe Kräfte z.B. Kraftbetontes Schneiden / Arbeit mit kleinen Trackern / Bewegen oder Halten von Teilen oder Werkzeugen	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 21
	Spitzenkräfte z.B. Schrauben anziehen, lösen / Trennen / Eindrücken	<input type="checkbox"/> 19	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 19	<input type="checkbox"/> 33
hoch	Schlagen mit Daumenballen, Handfläche oder Faust	-	-	-	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 21
										Wichtung der Kraftausübung für die linke Hand:	6
Reset der Auswahl von linker und rechter Hand											
Art der Kraftausübung(en) im Finger- und Handbereich											
RECHTE HAND		Halten mittl. Haltedauer [Sek. Pro Minute]				Halten mittl. Bewegungshäufigkeiten [Anzahl pro Minute]					
		60-31	30-16	15-4	<4	<1	1-4	5-15	16-30	31-60	>60
Höhe	Beschreibung	Wichtung									
gering 	Sehr geringe Kräfte z.B. Tastenbedienung / Verschieben / Ordnen	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
	Geringe Kräfte z.B. Materialeinführung / Einlegen	<input checked="" type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1,5	<input checked="" type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5
	Mittlere Kräfte z.B. Greifen / Fügen von kleinen Werkstücken mit der Hand oder kleinen Werkzeugen	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 8
	Hohe Kräfte z.B. Drehen / Wickeln / Verpacken / Fassen / Halten oder Fügen von Teilen / Eindrücken / Schneiden / Arbeiten mit kleineren angetriebenen Handwerkzeugen	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 13
	Sehr hohe Kräfte z.B. Kraftbetontes Schneiden / Arbeit mit kleinen Trackern / Bewegen oder Halten von Teilen oder Werkzeugen	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 21
	Spitzenkräfte z.B. Schrauben anziehen, lösen / Trennen / Eindrücken	<input type="checkbox"/> 19	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 19	<input type="checkbox"/> 33
hoch	Schlagen mit Daumenballen, Handfläche oder Faust	-	-	-	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 21
										Wichtung der Kraftausübung für die rechte Hand:	6

Abbildung 119: LMM-Bogen der Nummer 164 Teil 1

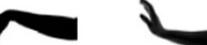
Kraftübertragung / Greifbedingungen		Wichtung
<input type="radio"/>	Optimale Kraftübertragung/-einleitung / Arbeitsgegenstände gut greifbar (z.B. Stabform, Griffmulden) / gute ergonomische Griffgestaltung (Griffe Tasten, Werkzeuge)	0
<input type="radio"/>	Eingeschränkte Kraftübertragung/-einleitung / erhöhte Haltekräfte erforderlich / keine gestalteten Griffe	2
<input checked="" type="radio"/>	Kraftübertragung/-einleitung erheblich behindert / Arbeitsgegenstände kaum greifbar (schmierig, weich, scharfkantig) / keine oder ungeeignete Griffe	4
<b>Wichtung der Kraftübertragung/Greifbedingungen:</b>		<b>4</b>
Hand-/Armstellung und -bewegung		Wichtung
<input type="radio"/>	 Gut: Stellung oder Bewegungen der Gelenke im mittleren (entspannten) Bereich / nur selten Abweichungen	0
<input checked="" type="radio"/>	 Eingeschränkt: gelegentliche Stellungen oder Bewegungen der Gelenke am Ender der Beweglichkeitsbereiche	1
<input type="radio"/>	 Ungünstig: Häufig Stellungen oder Bewegungen der Gelenke am Ende der Beweglichkeitsbereiche	2
<input type="radio"/>	 Schlecht: Ständig Stellungen und Bewegungen am Ende der Beweglichkeitsbereiche / lang dauerndes statisches Halten der Arme ohne Hand-Arm-Abstützung	3
<b>Wichtung der Hand-/Armstellung und -bewegung:</b>		<b>1</b>
Arbeitsorganisation		Wichtung
<input type="radio"/>	Häufig Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten / mehrere Arbeitsgänge / ausreichende Erholungsmöglichkeit	0
<input checked="" type="radio"/>	Selten Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten / wenige Arbeitsgänge / Erholzeiten ausreichend	1
<input type="radio"/>	Kein/kaum Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten / wenige Einzelbewegungen pro Vorgang / hohes Arbeitstempo durch hohe Austaktung und/oder hohe Akkordarbeitsleistung / ungleichmäßiger Arbeitsablauf mit zeitweise hohen Belastungsspitzen / zu wenig oder zu kurze Erholzeiten	2
<b>Wichtung der Arbeitsorganisation:</b>		<b>1</b>
Ausführungsbedingungen		Wichtung
<input type="radio"/>	Gut: sichere Detailerkennbarkeit / keine Blendung / gute Klimatische Bedingungen	0
<input checked="" type="radio"/>	Eingeschränkt: erschwerte Detailerkennbarkeit durch Blendung oder zu kleine Details / Zugluft / Kälte / Nässe / Konzentrationsstörung durch Geräusche	1
<input type="radio"/>	Bei sehr ungünstigen Bedingungen kann die Wichtung 2 vergeben werden.	2
<b>Ausführungsbedingungs-wichtung:</b>		<b>1</b>
Körperhaltung		Wichtung
<input type="radio"/>	 Gut: Wechsel von Sitzen und Stehen möglich / Wechsel von Stehen und Gehen / dynamisches Sitzen möglich / Hand-Arm-Auflage bei Bedarf möglich / keine Verdrehung / Kopfhaltung variabel / kein Greifen über Schulterhöhe	0
<input type="radio"/>	 Eingeschränkt: Rumpf mit leichter Neigung des Körpers zum Handlungsbereich / überwiegend Sitzen mit gelegentlichem Stehen oder Gehen / gelegentliches Greifen über Schulterhöhe	1
<input checked="" type="radio"/>	 Ungünstig: Rumpf deutlich vorgeneigt und/oder verdreht / Kopfhaltung zur Detailerkennung vorgegeben / eingeschränkte Bewegungsfreiheit / ausschließlich Stehen oder Gehen / häufiges Greifen über Schulterhöhe / häufiges körperfernes Greifen	3
<input type="radio"/>	 Schlecht: Rumpf stärker verdreht und vorgeneigt / streng fixierte Körperhaltung / visuelle Kontrolle der Handlung über Lupen oder Mikroskope starke Kopfneigung oder -verdrehung / häufiges Bücken / ständiges Greifen über Schulterhöhe / ständiges körperfernes Greifen	5
<b>Wichtung der Körperhaltung:</b>		<b>3</b>
<b>3. Schritt: Bewertung</b>		
	Wichtung der Kraftausübung für die linke Hand:	6
	Wichtung der Kraftausübung für die rechte Hand:	6
	Größere Wichtung von linker und rechter Hand:	6
	Wichtung der Kraftübertragung/Greifbedingungen:	4
	Wichtung der Hand-/Armstellung und -bewegung:	1
	Wichtung der Arbeitsorganisation:	1
	Ausführungsbedingungs-wichtung:	1
	Wichtung der Körperhaltung:	3
	Summe	16
		X
	Zeitwichtung	1,5
	Punktwert	<b>24</b>

Abbildung 120: LMM-Bogen der Nummer 164 Teil 2

Beurteilung von Manuellen Arbeitsprozessen anhand von Leitmerkmalen											
Nummer:		165									
Bezeichnung:		Sperrkanalräumung									
Attribut:		Maschine									
LMM-Typ:		MAP									
LMM-Punktwert:		30									
<b>1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung</b>											
Gesamtdauer dieser Tätigkeit pro Schicht [bis ... Stunden]											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Zeitwichtung											
	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	
										Zeitwichtung:	2,5
<b>2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen von Art der Kraftausübung, Griffbedingungen, Arbeitsorganisation, Ausführungsbedingungen, Körperhaltung und Hand-/Armstellung und -bewegung</b>											
Art der Kraftausübung(en) im Finger- und Handbereich											
LINKE HAND		Halten mittl. Haltedauer [Sek. Pro Minute]				Bewegen mittl. Bewegungshäufigkeiten [Anzahl pro Minute]					
		60-31	30-16	15-4	<4	<1	1-4	5-15	16-30	31-60	>60
Höhe	Beschreibung	Wichtung									
gering 	Sehr geringe Kräfte z.B. Tastenbedienung / Verschieben / Ordnen	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
	Geringe Kräfte z.B. Materialeinführung / Einlegen	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1,5	<input checked="" type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input checked="" type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1,5	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5
	Mittlere Kräfte z.B. Greifen / Fügen von kleinen Werkstücken mit der Hand oder kleinen Werkzeugen	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 8
	Hohe Kräfte z.B. Drehen / Wickeln / Verpacken / Fassen / Halten oder Fügen von Teilen / Eindrücken / Schneiden / Arbeiten mit kleineren angetriebenen Handwerkzeugen	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 13
	Sehr hohe Kräfte z.B. Kraftbetontes Schneiden / Arbeit mit kleinen Trackern / Bewegen oder Halten von Teilen oder Werkzeugen	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 21
	Spitzenkräfte z.B. Schrauben anziehen, lösen / Trennen / Eindrücken	<input type="checkbox"/> 19	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 19	<input type="checkbox"/> 33
hoch	Schlagen mit Daumenballen, Handfläche oder Faust	-	-	-	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 21
										Wichtung der Kraftausübung für die linke Hand:	1
Reset der Auswahl von linker und rechter Hand											
Art der Kraftausübung(en) im Finger- und Handbereich											
RECHTE HAND		Halten mittl. Haltedauer [Sek. Pro Minute]				Halten mittl. Bewegungshäufigkeiten [Anzahl pro Minute]					
		60-31	30-16	15-4	<4	<1	1-4	5-15	16-30	31-60	>60
Höhe	Beschreibung	Wichtung									
gering 	Sehr geringe Kräfte z.B. Tastenbedienung / Verschieben / Ordnen	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0,5	<input checked="" type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input checked="" type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
	Geringe Kräfte z.B. Materialeinführung / Einlegen	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1,5	<input checked="" type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input checked="" type="checkbox"/> 0	<input checked="" type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1,5	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5
	Mittlere Kräfte z.B. Greifen / Fügen von kleinen Werkstücken mit der Hand oder kleinen Werkzeugen	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 8
	Hohe Kräfte z.B. Drehen / Wickeln / Verpacken / Fassen / Halten oder Fügen von Teilen / Eindrücken / Schneiden / Arbeiten mit kleineren angetriebenen Handwerkzeugen	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 13
	Sehr hohe Kräfte z.B. Kraftbetontes Schneiden / Arbeit mit kleinen Trackern / Bewegen oder Halten von Teilen oder Werkzeugen	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 21
	Spitzenkräfte z.B. Schrauben anziehen, lösen / Trennen / Eindrücken	<input type="checkbox"/> 19	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 19	<input type="checkbox"/> 33
hoch	Schlagen mit Daumenballen, Handfläche oder Faust	-	-	-	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 21
										Wichtung der Kraftausübung für die rechte Hand:	2

Abbildung 121: LMM-Bogen der Nummer 165 Teil 1

Kraftübertragung / Greifbedingungen		Wichtung
<input type="radio"/>	Optimale Kraftübertragung/-einleitung / Arbeitsgegenstände gut greifbar (z.B. Stabform, Griffmulden) / gute ergonomische Griffgestaltung (Griffe Tasten, Werkzeuge)	0
<input type="radio"/>	Eingeschränkte Kraftübertragung/-einleitung / erhöhte Haltekräfte erforderlich / keine gestalteten Griffe	2
<input checked="" type="radio"/>	Kraftübertragung/-einleitung erheblich behindert / Arbeitsgegenstände kaum greifbar (schmierig, weich, scharfkantig) / keine oder ungeeignete Griffe	4
<b>Wichtung der Kraftübertragung/Greifbedingungen:</b>		<b>4</b>
Hand-/Armstellung und -bewegung		Wichtung
<input type="radio"/>	 Gut: Stellung oder Bewegungen der Gelenke im mittleren (entspannten) Bereich / nur selten Abweichungen	0
<input checked="" type="radio"/>	 Eingeschränkt: gelegentliche Stellungen oder Bewegungen der Gelenke am Ender der Beweglichkeitsbereiche	1
<input type="radio"/>	 Ungünstig: Häufig Stellungen oder Bewegungen der Gelenke am Ende der Beweglichkeitsbereiche	2
<input type="radio"/>	 Schlecht: Ständig Stellungen und Bewegungen am Ende der Beweglichkeitsbereiche / lang dauerndes statisches Halten der Arme ohne Hand-Arm-Abstützung	3
<b>Wichtung der Hand-/Armstellung und -bewegung:</b>		<b>1</b>
Arbeitsorganisation		Wichtung
<input type="radio"/>	Häufig Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten / mehrere Arbeitsgänge / ausreichende Erholungsmöglichkeit	0
<input checked="" type="radio"/>	Selten Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten / wenige Arbeitsgänge / Erholzeiten ausreichend	1
<input type="radio"/>	Kein/kaum Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten / wenige Einzelbewegungen pro Vorgang / hohes Arbeitstempo durch hohe Austaktung und/oder hohe Akkordarbeitsleistung / ungleichmäßiger Arbeitsablauf mit zeitweise hohen Belastungsspitzen / zu wenig oder zu kurze Erholzeiten	2
<b>Wichtung der Arbeitsorganisation:</b>		<b>1</b>
Ausführungsbedingungen		Wichtung
<input type="radio"/>	Gut: sichere Detailerkennbarkeit / keine Blendung / gute Klimatische Bedingungen	0
<input checked="" type="radio"/>	Eingeschränkt: erschwerte Detailerkennbarkeit durch Blendung oder zu kleine Details / Zugluft / Kälte / Nässe / Konzentrationsstörung durch Geräusche	1
<input type="radio"/>	Bei sehr ungünstigen Bedingungen kann die Wichtung 2 vergeben werden.	2
<b>Ausführungsbedingungs-wichtung:</b>		<b>1</b>
Körperhaltung		Wichtung
<input type="radio"/>	 Gut: Wechsel von Sitzen und Stehen möglich / Wechsel von Stehen und Gehen / dynamisches Sitzen möglich / Hand-Arm-Auflage bei Bedarf möglich / keine Verdrehung / Kopfhaltung variabel / kein Greifen über Schulterhöhe	0
<input type="radio"/>	 Eingeschränkt: Rumpf mit leichter Neigung des Körpers zum Handlungsbereich / überwiegend Sitzen mit gelegentlichem Stehen oder Gehen / gelegentliches Greifen über Schulterhöhe	1
<input checked="" type="radio"/>	 Ungünstig: Rumpf deutlich vorgeneigt und/oder verdreht / Kopfhaltung zur Detailerkennung vorgegeben / eingeschränkte Bewegungsfreiheit / ausschließlich Stehen oder Gehen / häufiges Greifen über Schulterhöhe / häufiges körperfernes Greifen	3
<input type="radio"/>	 Schlecht: Rumpf stärker verdreht und vorgeneigt / streng fixierte Körperhaltung / visuelle Kontrolle der Handlung über Lupen oder Mikroskope starke Kopfneigung oder -verdrehung / häufiges Bücken / ständiges Greifen über Schulterhöhe / ständiges körperfernes Greifen	5
<b>Wichtung der Körperhaltung:</b>		<b>3</b>
<b>3. Schritt: Bewertung</b>		
	Wichtung der Kraftausübung für die linke Hand:	1
	Wichtung der Kraftausübung für die rechte Hand:	2
	Größere Wichtung von linker und rechter Hand:	2
	Wichtung der Kraftübertragung/Greifbedingungen:	4
	Wichtung der Hand-/Armstellung und -bewegung:	1
	Wichtung der Arbeitsorganisation:	1
	Ausführungsbedingungs-wichtung:	1
	Wichtung der Körperhaltung:	3
	Summe	12
		X
	Zeitwichtung	2,5
	Punktwert	<b>30</b>

Abbildung 122: LMM-Bogen der Nummer 165 Teil 2

Beurteilung von Manuellen Arbeitsprozessen anhand von Leitmerkmalen											
Nummer:		166									
Bezeichnung:		Schlüsselprofilräumer									
Attribut:		Maschine									
LMM-Typ:		MAP									
LMM-Punktwert:		20									
<b>1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung</b>											
Gesamtdauer dieser Tätigkeit pro Schicht [bis ... Stunden]											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Zeitwichtung		1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5
										Zeitwichtung: 2,5	
<b>2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen von Art der Kraftausübung, Griffbedingungen, Arbeitsorganisation, Ausführungsbedingungen, Körperhaltung und Hand-/Armstellung und -bewegung</b>											
Art der Kraftausübung(en) im Finger- und Handbereich											
LINKE HAND		Halten mittl. Haltedauer [Sek. Pro Minute]				Bewegen mittl. Bewegungshäufigkeiten [Anzahl pro Minute]					
		60-31	30-16	15-4	<4	<1	1-4	5-15	16-30	31-60	>60
Höhe	Beschreibung	Wichtung									
gering 	Sehr geringe Kräfte z.B. Tastenbedienung / Verschieben / Ordnen	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
	Geringe Kräfte z.B. Materialeinführung / Einlegen	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1,5	<input type="checkbox"/> 1	<input checked="" type="checkbox"/> 0	<input checked="" type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1,5	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5
	Mittlere Kräfte z.B. Greifen / Fügen von kleinen Werkstücken mit der Hand oder kleinen Werkzeugen	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 8
	Hohe Kräfte z.B. Drehen / Wickeln / Verpacken / Fassen / Halten oder Fügen von Teilen / Eindrücken / Schneiden / Arbeiten mit kleineren angetriebenen Handwerkzeugen	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 13
	Sehr hohe Kräfte z.B. Kraftbetontes Schneiden / Arbeit mit kleinen Trackern / Bewegen oder Halten von Teilen oder Werkzeugen	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 21
	Spitzenkräfte z.B. Schrauben anziehen, lösen / Trennen / Eindrücken	<input type="checkbox"/> 19	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 19	<input type="checkbox"/> 33
hoch	Schlagen mit Daumenballen, Handfläche oder Faust	-	-	-	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 21
										Wichtung der Kraftausübung für die linke Hand: 0	
Reset der Auswahl von linker und rechter Hand											
Art der Kraftausübung(en) im Finger- und Handbereich											
RECHTE HAND		Halten mittl. Haltedauer [Sek. Pro Minute]				Halten mittl. Bewegungshäufigkeiten [Anzahl pro Minute]					
		60-31	30-16	15-4	<4	<1	1-4	5-15	16-30	31-60	>60
Höhe	Beschreibung	Wichtung									
gering 	Sehr geringe Kräfte z.B. Tastenbedienung / Verschieben / Ordnen	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0,5	<input checked="" type="checkbox"/> 0	<input checked="" type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
	Geringe Kräfte z.B. Materialeinführung / Einlegen	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1,5	<input type="checkbox"/> 1	<input checked="" type="checkbox"/> 0	<input checked="" type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1,5	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5
	Mittlere Kräfte z.B. Greifen / Fügen von kleinen Werkstücken mit der Hand oder kleinen Werkzeugen	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 8
	Hohe Kräfte z.B. Drehen / Wickeln / Verpacken / Fassen / Halten oder Fügen von Teilen / Eindrücken / Schneiden / Arbeiten mit kleineren angetriebenen Handwerkzeugen	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 13
	Sehr hohe Kräfte z.B. Kraftbetontes Schneiden / Arbeit mit kleinen Trackern / Bewegen oder Halten von Teilen oder Werkzeugen	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 21
	Spitzenkräfte z.B. Schrauben anziehen, lösen / Trennen / Eindrücken	<input type="checkbox"/> 19	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 19	<input type="checkbox"/> 33
hoch	Schlagen mit Daumenballen, Handfläche oder Faust	-	-	-	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 21
										Wichtung der Kraftausübung für die rechte Hand: 0	

Abbildung 123: LMM-Bogen der Nummer 166 Teil 1

Kraftübertragung / Greifbedingungen		Wichtung
<input type="radio"/>	Optimale Kraftübertragung/-einleitung / Arbeitsgegenstände gut greifbar (z.B. Stabform, Griffmulden) / gute ergonomische Griffgestaltung (Griffe Tasten, Werkzeuge)	0
<input type="radio"/>	Eingeschränkte Kraftübertragung/-einleitung / erhöhte Haltekräfte erforderlich / keine gestalteten Griffe	2
<input checked="" type="radio"/>	Kraftübertragung/-einleitung erheblich behindert / Arbeitsgegenstände kaum greifbar (schmierig, weich, scharfkantig) / keine oder ungeeignete Griffe	4
<b>Wichtung der Kraftübertragung/Greifbedingungen:</b>		<b>4</b>
Hand-/Armstellung und -bewegung		Wichtung
<input type="radio"/>	 Gut: Stellung oder Bewegungen der Gelenke im mittleren (entspannten) Bereich / nur selten Abweichungen	0
<input checked="" type="radio"/>	 Eingeschränkt: gelegentliche Stellungen oder Bewegungen der Gelenke am Ender der Beweglichkeitsbereiche	1
<input type="radio"/>	 Ungünstig: Häufig Stellungen oder Bewegungen der Gelenke am Ende der Beweglichkeitsbereiche	2
<input type="radio"/>	 Schlecht: Ständig Stellungen und Bewegungen am Ende der Beweglichkeitsbereiche / lang dauerndes statisches Halten der Arme ohne Hand-Arm-Abstützung	3
<b>Wichtung der Hand-/Armstellung und -bewegung:</b>		<b>1</b>
Arbeitsorganisation		Wichtung
<input type="radio"/>	Häufig Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten / mehrere Arbeitsgänge / ausreichende Erholungsmöglichkeit	0
<input checked="" type="radio"/>	Selten Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten / wenige Arbeitsgänge / Erholzeiten ausreichend	1
<input type="radio"/>	Kein/kaum Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten / wenige Einzelbewegungen pro Vorgang / hohes Arbeitstempo durch hohe Austaktung und/oder hohe Akkordarbeitsleistung / ungleichmäßiger Arbeitsablauf mit zeitweise hohen Belastungsspitzen / zu wenig oder zu kurze Erholzeiten	2
<b>Wichtung der Arbeitsorganisation:</b>		<b>1</b>
Ausführungsbedingungen		Wichtung
<input type="radio"/>	Gut: sichere Detailerkennbarkeit / keine Blendung / gute Klimatische Bedingungen	0
<input checked="" type="radio"/>	Eingeschränkt: erschwerte Detailerkennbarkeit durch Blendung oder zu kleine Details / Zugluft / Kälte / Nässe / Konzentrationsstörung durch Geräusche	1
<input type="radio"/>	Bei sehr ungünstigen Bedingungen kann die Wichtung 2 vergeben werden.	2
<b>Ausführungsbedingungs-wichtung:</b>		<b>1</b>
Körperhaltung		Wichtung
<input type="radio"/>	 Gut: Wechsel von Sitzen und Stehen möglich / Wechsel von Stehen und Gehen / dynamisches Sitzen möglich / Hand-Arm-Auflage bei Bedarf möglich / keine Verdrehung / Kopfhaltung variabel / kein Greifen über Schulterhöhe	0
<input checked="" type="radio"/>	 Eingeschränkt: Rumpf mit leichter Neigung des Körpers zum Handlungsbereich / überwiegend Sitzen mit gelegentlichem Stehen oder Gehen / gelegentliches Greifen über Schulterhöhe	1
<input type="radio"/>	 Ungünstig: Rumpf deutlich vorgeneigt und/oder verdreht / Kopfhaltung zur Detailerkennung vorgegeben / eingeschränkte Bewegungsfreiheit / ausschließlich Stehen oder Gehen / häufiges Greifen über Schulterhöhe / häufiges körperfernes Greifen	3
<input type="radio"/>	 Schlecht: Rumpf stärker verdreht und vorgeneigt / streng fixierte Körperhaltung / visuelle Kontrolle der Handlung über Lupen oder Mikroskope starke Kopfneigung oder -verdrehung / häufiges Bücken / ständiges Greifen über Schulterhöhe / ständiges körperfernes Greifen	5
<b>Wichtung der Körperhaltung:</b>		<b>1</b>
<b>3. Schritt: Bewertung</b>		
	Wichtung der Kraftausübung für die linke Hand:	0
	Wichtung der Kraftausübung für die rechte Hand:	0
	Größere Wichtung von linker und rechter Hand:	0
	Wichtung der Kraftübertragung/Greifbedingungen:	4
	Wichtung der Hand-/Armstellung und -bewegung:	1
	Wichtung der Arbeitsorganisation:	1
	Ausführungsbedingungs-wichtung:	1
	Wichtung der Körperhaltung:	1
	Summe	8
		X
	Zeitwichtung	2,5
	Punktwert	<b>20</b>

Abbildung 124: LMM-Bogen der Nummer 166 Teil 2

Beurteilung von Manuellen Arbeitsprozessen anhand von Leitmerkmalen											
Nummer:		167									
Bezeichnung:		Schleiferei									
Attribut:		Maschine									
LMM-Typ:		MAP									
LMM-Punktwert:		40,5									
1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung											
Gesamtdauer dieser Tätigkeit pro Schicht [bis ... Stunden]											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Zeitwichtung											
	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	
										Zeitwichtung:	3
2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen von Art der Kraftausübung, Griffbedingungen, Arbeitsorganisation, Ausführungsbedingungen, Körperhaltung und Hand-/Armstellung und -bewegung											
Art der Kraftausübung(en) im Finger- und Handbereich											
LINKE HAND		Halten mittl. Haltedauer [Sek. Pro Minute]				Bewegen mittl. Bewegungshäufigkeiten [Anzahl pro Minute]					
		60-31	30-16	15-4	<4	<1	1-4	5-15	16-30	31-60	>60
Höhe	Beschreibung	Wichtung									
gering	Sehr geringe Kräfte z.B. Tastenbedienung / Verschieben / Ordnen	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
	Geringe Kräfte z.B. Materialeinführung / Einlegen	<input type="checkbox"/> 3	<input checked="" type="checkbox"/> 1,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input checked="" type="checkbox"/> 1,5	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5
	Mittlere Kräfte z.B. Greifen / Fügen von kleinen Werkstücken mit der Hand oder kleinen Werkzeugen	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 8
	Hohe Kräfte z.B. Drehen / Wickeln / Verpacken / Fassen / Halten oder Fügen von Teilen / Eindrücken / Schneiden / Arbeiten mit kleineren angetriebenen Handwerkzeugen	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 13
	Sehr hohe Kräfte z.B. Kraftbetontes Schneiden / Arbeit mit kleinen Trackern / Bewegen oder Halten von Teilen oder Werkzeugen	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 21
	Spitzenkräfte z.B. Schrauben anziehen, lösen / Trennen / Eindrücken	<input type="checkbox"/> 19	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 19	<input type="checkbox"/> 33
hoch	Schlagen mit Daumenballen, Handfläche oder Faust	-	-	-	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 21
										Wichtung der Kraftausübung für die linke Hand:	3
Reset der Auswahl von linker und rechter Hand											
Art der Kraftausübung(en) im Finger- und Handbereich											
RECHTE HAND		Halten mittl. Haltedauer [Sek. Pro Minute]				Halten mittl. Bewegungshäufigkeiten [Anzahl pro Minute]					
		60-31	30-16	15-4	<4	<1	1-4	5-15	16-30	31-60	>60
Höhe	Beschreibung	Wichtung									
gering	Sehr geringe Kräfte z.B. Tastenbedienung / Verschieben / Ordnen	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0,5	<input checked="" type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input checked="" type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
	Geringe Kräfte z.B. Materialeinführung / Einlegen	<input type="checkbox"/> 3	<input checked="" type="checkbox"/> 1,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input checked="" type="checkbox"/> 1,5	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5
	Mittlere Kräfte z.B. Greifen / Fügen von kleinen Werkstücken mit der Hand oder kleinen Werkzeugen	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 8
	Hohe Kräfte z.B. Drehen / Wickeln / Verpacken / Fassen / Halten oder Fügen von Teilen / Eindrücken / Schneiden / Arbeiten mit kleineren angetriebenen Handwerkzeugen	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 13
	Sehr hohe Kräfte z.B. Kraftbetontes Schneiden / Arbeit mit kleinen Trackern / Bewegen oder Halten von Teilen oder Werkzeugen	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 21
	Spitzenkräfte z.B. Schrauben anziehen, lösen / Trennen / Eindrücken	<input type="checkbox"/> 19	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 19	<input type="checkbox"/> 33
hoch	Schlagen mit Daumenballen, Handfläche oder Faust	-	-	-	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 21
										Wichtung der Kraftausübung für die rechte Hand:	3,5

Abbildung 125: LMM-Bogen der Nummer 167 Teil 1

Kraftübertragung / Greifbedingungen		Wichtung
<input type="radio"/>	Optimale Kraftübertragung/-einleitung / Arbeitsgegenstände gut greifbar (z.B. Stabform, Griffmulden) / gute ergonomische Griffgestaltung (Griffe Tasten, Werkzeuge)	0
<input type="radio"/>	Eingeschränkte Kraftübertragung/-einleitung / erhöhte Haltekräfte erforderlich / keine gestalteten Griffe	2
<input checked="" type="radio"/>	Kraftübertragung/-einleitung erheblich behindert / Arbeitsgegenstände kaum greifbar (schmierig, weich, scharfkantig) / keine oder ungeeignete Griffe	4
<b>Wichtung der Kraftübertragung/Greifbedingungen:</b>		<b>4</b>
Hand-/Armstellung und -bewegung		Wichtung
<input type="radio"/>	 Gut: Stellung oder Bewegungen der Gelenke im mittleren (entspannten) Bereich / nur selten Abweichungen	0
<input checked="" type="radio"/>	 Eingeschränkt: gelegentliche Stellungen oder Bewegungen der Gelenke am Ender der Beweglichkeitsbereiche	1
<input type="radio"/>	 Ungünstig: Häufig Stellungen oder Bewegungen der Gelenke am Ende der Beweglichkeitsbereiche	2
<input type="radio"/>	 Schlecht: Ständig Stellungen und Bewegungen am Ende der Beweglichkeitsbereiche / lang dauerndes statisches Halten der Arme ohne Hand-Arm-Abstützung	3
<b>Wichtung der Hand-/Armstellung und -bewegung:</b>		<b>1</b>
Arbeitsorganisation		Wichtung
<input type="radio"/>	Häufig Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten / mehrere Arbeitsgänge / ausreichende Erholungsmöglichkeit	0
<input checked="" type="radio"/>	Selten Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten / wenige Arbeitsgänge / Erholzeiten ausreichend	1
<input type="radio"/>	Kein/kaum Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten / wenige Einzelbewegungen pro Vorgang / hohes Arbeitstempo durch hohe Austaktung und/oder hohe Akkordarbeitsleistung / ungleichmäßiger Arbeitsablauf mit zeitweise hohen Belastungsspitzen / zu wenig oder zu kurze Erholzeiten	2
<b>Wichtung der Arbeitsorganisation:</b>		<b>1</b>
Ausführungsbedingungen		Wichtung
<input type="radio"/>	Gut: sichere Detailerkennbarkeit / keine Blendung / gute Klimatische Bedingungen	0
<input checked="" type="radio"/>	Eingeschränkt: erschwerte Detailerkennbarkeit durch Blendung oder zu kleine Details / Zugluft / Kälte / Nässe / Konzentrationsstörung durch Geräusche	1
<input type="radio"/>	Bei sehr ungünstigen Bedingungen kann die Wichtung 2 vergeben werden.	2
<b>Ausführungsbedingungs-wichtung:</b>		<b>1</b>
Körperhaltung		Wichtung
<input type="radio"/>	 Gut: Wechsel von Sitzen und Stehen möglich / Wechsel von Stehen und Gehen / dynamisches Sitzen möglich / Hand-Arm-Auflage bei Bedarf möglich / keine Verdrehung / Kopfhaltung variabel / kein Greifen über Schulterhöhe	0
<input type="radio"/>	 Eingeschränkt: Rumpf mit leichter Neigung des Körpers zum Handlungsbereich / überwiegend Sitzen mit gelegentlichem Stehen oder Gehen / gelegentliches Greifen über Schulterhöhe	1
<input checked="" type="radio"/>	 Ungünstig: Rumpf deutlich vorgeneigt und/oder verdreht / Kopfhaltung zur Detailerkennung vorgegeben / eingeschränkte Bewegungsfreiheit / ausschließlich Stehen oder Gehen / häufiges Greifen über Schulterhöhe / häufiges körperfernes Greifen	3
<input type="radio"/>	 Schlecht: Rumpf stärker verdreht und vorgeneigt / streng fixierte Körperhaltung / visuelle Kontrolle der Handlung über Lupen oder Mikroskope starke Kopfneigung oder -verdrehung / häufiges Bücken / ständiges Greifen über Schulterhöhe / ständiges körperfernes Greifen	5
<b>Wichtung der Körperhaltung:</b>		<b>3</b>
<b>3. Schritt: Bewertung</b>		
	Wichtung der Kraftausübung für die linke Hand:	3
	Wichtung der Kraftausübung für die rechte Hand:	3,5
	Größere Wichtung von linker und rechter Hand:	3,5
	Wichtung der Kraftübertragung/Greifbedingungen:	4
	Wichtung der Hand-/Armstellung und -bewegung:	1
	Wichtung der Arbeitsorganisation:	1
	Ausführungsbedingungs-wichtung:	1
	Wichtung der Körperhaltung:	3
	Summe	13,5
		X
	Zeitwichtung	3
	Punktwert	<b>40,5</b>

Abbildung 126: LMM-Bogen der Nummer 167 Teil 2

Beurteilung von Manuellen Arbeitsprozessen anhand von Leitmerkmalen											
Nummer:		168									
Bezeichnung:		Aufbohrsicherung									
Attribut:		Arbeitsvorgang									
LMM-Typ:		MAP									
LMM-Punktwert:		31,5									
1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung											
Gesamtdauer dieser Tätigkeit pro Schicht [bis ... Stunden]											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Zeitwichtung											
	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	
										Zeitwichtung:	3
2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen von Art der Kraftausübung, Griffbedingungen, Arbeitsorganisation, Ausführungsbedingungen, Körperhaltung und Hand-/Armstellung und -bewegung											
Art der Kraftausübung(en) im Finger- und Handbereich											
LINKE HAND		Halten mittl. Haltedauer [Sek. Pro Minute]				Bewegen mittl. Bewegungshäufigkeiten [Anzahl pro Minute]					
		60-31	30-16	15-4	<4	<1	1-4	5-15	16-30	31-60	>60
Höhe	Beschreibung	Wichtung									
gering 	Sehr geringe Kräfte z.B. Tastenbedienung / Verschieben / Ordnen	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
	Geringe Kräfte z.B. Materialeinführung / Einlegen	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1,5	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5
	Mittlere Kräfte z.B. Greifen / Fügen von kleinen Werkstücken mit der Hand oder kleinen Werkzeugen	<input checked="" type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input checked="" type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 8
	Hohe Kräfte z.B. Drehen / Wickeln / Verpacken / Fassen / Halten oder Fügen von Teilen / Eindrücken / Schneiden / Arbeiten mit kleineren angetriebenen Handwerkzeugen	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 13
	Sehr hohe Kräfte z.B. Kraftbetontes Schneiden / Arbeit mit kleinen Trackern / Bewegen oder Halten von Teilen oder Werkzeugen	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 21
	Spitzenkräfte z.B. Schrauben anziehen, lösen / Trennen / Eindrücken	<input type="checkbox"/> 19	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 19	<input type="checkbox"/> 33
hoch	Schlagen mit Daumenballen, Handfläche oder Faust	-	-	-	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 21
										Wichtung der Kraftausübung für die linke Hand:	5,5
Reset der Auswahl von linker und rechter Hand											
Art der Kraftausübung(en) im Finger- und Handbereich											
RECHTE HAND		Halten mittl. Haltedauer [Sek. Pro Minute]				Halten mittl. Bewegungshäufigkeiten [Anzahl pro Minute]					
		60-31	30-16	15-4	<4	<1	1-4	5-15	16-30	31-60	>60
Höhe	Beschreibung	Wichtung									
gering 	Sehr geringe Kräfte z.B. Tastenbedienung / Verschieben / Ordnen	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
	Geringe Kräfte z.B. Materialeinführung / Einlegen	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1,5	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5
	Mittlere Kräfte z.B. Greifen / Fügen von kleinen Werkstücken mit der Hand oder kleinen Werkzeugen	<input checked="" type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input checked="" type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 8
	Hohe Kräfte z.B. Drehen / Wickeln / Verpacken / Fassen / Halten oder Fügen von Teilen / Eindrücken / Schneiden / Arbeiten mit kleineren angetriebenen Handwerkzeugen	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 13
	Sehr hohe Kräfte z.B. Kraftbetontes Schneiden / Arbeit mit kleinen Trackern / Bewegen oder Halten von Teilen oder Werkzeugen	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 21
	Spitzenkräfte z.B. Schrauben anziehen, lösen / Trennen / Eindrücken	<input type="checkbox"/> 19	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 19	<input type="checkbox"/> 33
hoch	Schlagen mit Daumenballen, Handfläche oder Faust	-	-	-	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 21
										Wichtung der Kraftausübung für die rechte Hand:	5,5

Abbildung 127: LMM-Bogen der Nummer 168 Teil 1

Kraftübertragung / Greifbedingungen		Wichtung
<input type="radio"/>	Optimale Kraftübertragung/-einleitung / Arbeitsgegenstände gut greifbar (z.B. Stabform, Griffmulden) / gute ergonomische Griffgestaltung (Griffe Tasten, Werkzeuge)	0
<input checked="" type="radio"/>	Eingeschränkte Kraftübertragung/-einleitung / erhöhte Haltekräfte erforderlich / keine gestalteten Griffe	2
<input type="radio"/>	Kraftübertragung/-einleitung erheblich behindert / Arbeitsgegenstände kaum greifbar (schmierig, weich, scharfkantig) / keine oder ungeeignete Griffe	4
<b>Wichtung der Kraftübertragung/Greifbedingungen:</b>		<b>2</b>
Hand-/Armstellung und -bewegung		Wichtung
<input checked="" type="radio"/>	 Gut: Stellung oder Bewegungen der Gelenke im mittleren (entspannten) Bereich / nur selten Abweichungen	0
<input type="radio"/>	 Eingeschränkt: gelegentliche Stellungen oder Bewegungen der Gelenke am Ender der Beweglichkeitsbereiche	1
<input type="radio"/>	 Ungünstig: Häufig Stellungen oder Bewegungen der Gelenke am Ende der Beweglichkeitsbereiche	2
<input type="radio"/>	 Schlecht: Ständig Stellungen und Bewegungen am Ende der Beweglichkeitsbereiche / lang dauerndes statisches Halten der Arme ohne Hand-Arm-Abstützung	3
<b>Wichtung der Hand-/Armstellung und -bewegung:</b>		<b>0</b>
Arbeitsorganisation		Wichtung
<input type="radio"/>	Häufig Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten / mehrere Arbeitsgänge / ausreichende Erholungsmöglichkeit	0
<input checked="" type="radio"/>	Selten Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten / wenige Arbeitsgänge / Erholzeiten ausreichend	1
<input type="radio"/>	Kein/kaum Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten / wenige Einzelbewegungen pro Vorgang / hohes Arbeitstempo durch hohe Austaktung und/oder hohe Akkordarbeitsleistung / ungleichmäßiger Arbeitsablauf mit zeitweise hohen Belastungsspitzen / zu wenig oder zu kurze Erholzeiten	2
<b>Wichtung der Arbeitsorganisation:</b>		<b>1</b>
Ausführungsbedingungen		Wichtung
<input type="radio"/>	Gut: sichere Detailerkennbarkeit / keine Blendung / gute Klimatische Bedingungen	0
<input checked="" type="radio"/>	Eingeschränkt: erschwerte Detailerkennbarkeit durch Blendung oder zu kleine Details / Zugluft / Kälte / Nässe / Konzentrationsstörung durch Geräusche	1
<input type="radio"/>	Bei sehr ungünstigen Bedingungen kann die Wichtung 2 vergeben werden.	2
<b>Ausführungsbedingungs-wichtung:</b>		<b>1</b>
Körperhaltung		Wichtung
<input type="radio"/>	 Gut: Wechsel von Sitzen und Stehen möglich / Wechsel von Stehen und Gehen / dynamisches Sitzen möglich / Hand-Arm-Auflage bei Bedarf möglich / keine Verdrehung / Kopfhaltung variabel / kein Greifen über Schulterhöhe	0
<input checked="" type="radio"/>	 Eingeschränkt: Rumpf mit leichter Neigung des Körpers zum Handlungsbereich / überwiegend Sitzen mit gelegentlichem Stehen oder Gehen / gelegentliches Greifen über Schulterhöhe	1
<input type="radio"/>	 Ungünstig: Rumpf deutlich vorgeneigt und/oder verdreht / Kopfhaltung zur Detailerkennung vorgegeben / eingeschränkte Bewegungsfreiheit / ausschließlich Stehen oder Gehen / häufiges Greifen über Schulterhöhe / häufiges körperfernes Greifen	3
<input type="radio"/>	 Schlecht: Rumpf stärker verdreht und vorgeneigt / streng fixierte Körperhaltung / visuelle Kontrolle der Handlung über Lupen oder Mikroskope starke Kopfneigung oder -verdrehung / häufiges Bücken / ständiges Greifen über Schulterhöhe / ständiges körperfernes Greifen	5
<b>Wichtung der Körperhaltung:</b>		<b>1</b>
<b>3. Schritt: Bewertung</b>		
	Wichtung der Kraftausübung für die linke Hand:	5,5
	Wichtung der Kraftausübung für die rechte Hand:	5,5
	Größere Wichtung von linker und rechter Hand:	5,5
	Wichtung der Kraftübertragung/Greifbedingungen:	2
	Wichtung der Hand-/Armstellung und -bewegung:	0
	Wichtung der Arbeitsorganisation:	1
	Ausführungsbedingungs-wichtung:	1
	Wichtung der Körperhaltung:	1
	Summe	10,5
		X
	Zeitwichtung	3
	Punktwert	<b>31,5</b>

Abbildung 128: LMM-Bogen der Nummer 168 Teil 2

Beurteilung von Manuellen Arbeitsprozessen anhand von Leitmerkmalen											
Nummer:		169									
Bezeichnung:		Entgräten									
Attribut:		Maschine									
LMM-Typ:		MAP									
LMM-Punktwert:		23									
1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung											
Gesamtdauer dieser Tätigkeit pro Schicht [bis ... Stunden]											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Zeitwichtung											
	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	
										Zeitwichtung:	2
2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen von Art der Kraftausübung, Griffbedingungen, Arbeitsorganisation, Ausführungsbedingungen, Körperhaltung und Hand-/Armstellung und -bewegung											
Art der Kraftausübung(en) im Finger- und Handbereich											
LINKE HAND		Halten mittl. Haltedauer [Sek. Pro Minute]				Bewegen mittl. Bewegungshäufigkeiten [Anzahl pro Minute]					
		60-31	30-16	15-4	<4	<1	1-4	5-15	16-30	31-60	>60
Höhe	Beschreibung	Wichtung									
gering	Sehr geringe Kräfte z.B. Tastenbedienung / Verschieben / Ordnen	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
	Geringe Kräfte z.B. Materialeinführung / Einlegen	<input type="checkbox"/> 3	<input checked="" type="checkbox"/> 1,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input checked="" type="checkbox"/> 1,5	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5
	Mittlere Kräfte z.B. Greifen / Fügen von kleinen Werkstücken mit der Hand oder kleinen Werkzeugen	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 8
	Hohe Kräfte z.B. Drehen / Wickeln / Verpacken / Fassen / Halten oder Fügen von Teilen / Eindrücken / Schneiden / Arbeiten mit kleineren angetriebenen Handwerkzeugen	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 13
	Sehr hohe Kräfte z.B. Kraftbetontes Schneiden / Arbeit mit kleinen Trackern / Bewegen oder Halten von Teilen oder Werkzeugen	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 21
	Spitzenkräfte z.B. Schrauben anziehen, lösen / Trennen / Eindrücken	<input type="checkbox"/> 19	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 19	<input type="checkbox"/> 33
hoch	Schlagen mit Daumenballen, Handfläche oder Faust	-	-	-	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 21
										Wichtung der Kraftausübung für die linke Hand:	3
Reset der Auswahl von linker und rechter Hand											
Art der Kraftausübung(en) im Finger- und Handbereich											
RECHTE HAND		Halten mittl. Haltedauer [Sek. Pro Minute]				Halten mittl. Bewegungshäufigkeiten [Anzahl pro Minute]					
		60-31	30-16	15-4	<4	<1	1-4	5-15	16-30	31-60	>60
Höhe	Beschreibung	Wichtung									
gering	Sehr geringe Kräfte z.B. Tastenbedienung / Verschieben / Ordnen	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0,5	<input checked="" type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input checked="" type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
	Geringe Kräfte z.B. Materialeinführung / Einlegen	<input type="checkbox"/> 3	<input checked="" type="checkbox"/> 1,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input checked="" type="checkbox"/> 1,5	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5
	Mittlere Kräfte z.B. Greifen / Fügen von kleinen Werkstücken mit der Hand oder kleinen Werkzeugen	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 8
	Hohe Kräfte z.B. Drehen / Wickeln / Verpacken / Fassen / Halten oder Fügen von Teilen / Eindrücken / Schneiden / Arbeiten mit kleineren angetriebenen Handwerkzeugen	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 0,5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 13
	Sehr hohe Kräfte z.B. Kraftbetontes Schneiden / Arbeit mit kleinen Trackern / Bewegen oder Halten von Teilen oder Werkzeugen	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 21
	Spitzenkräfte z.B. Schrauben anziehen, lösen / Trennen / Eindrücken	<input type="checkbox"/> 19	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 19	<input type="checkbox"/> 33
hoch	Schlagen mit Daumenballen, Handfläche oder Faust	-	-	-	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 21
										Wichtung der Kraftausübung für die rechte Hand:	3,5

Abbildung 129: LMM-Bogen der Nummer 169 Teil 1

Kraftübertragung / Greifbedingungen		Wichtung
<input type="radio"/>	Optimale Kraftübertragung/-einleitung / Arbeitsgegenstände gut greifbar (z.B. Stabform, Griffmulden) / gute ergonomische Griffgestaltung (Griffe Tasten, Werkzeuge)	0
<input type="radio"/>	Eingeschränkte Kraftübertragung/-einleitung / erhöhte Haltekräfte erforderlich / keine gestalteten Griffe	2
<input checked="" type="radio"/>	Kraftübertragung/-einleitung erheblich behindert / Arbeitsgegenstände kaum greifbar (schmierig, weich, scharfkantig) / keine oder ungeeignete Griffe	4
<b>Wichtung der Kraftübertragung/Greifbedingungen:</b>		<b>4</b>
Hand-/Armstellung und -bewegung		Wichtung
<input type="radio"/>	 Gut: Stellung oder Bewegungen der Gelenke im mittleren (entspannten) Bereich / nur selten Abweichungen	0
<input checked="" type="radio"/>	 Eingeschränkt: gelegentliche Stellungen oder Bewegungen der Gelenke am Ender der Beweglichkeitsbereiche	1
<input type="radio"/>	 Ungünstig: Häufig Stellungen oder Bewegungen der Gelenke am Ende der Beweglichkeitsbereiche	2
<input type="radio"/>	 Schlecht: Ständig Stellungen und Bewegungen am Ende der Beweglichkeitsbereiche / lang dauerndes statisches Halten der Arme ohne Hand-Arm-Abstützung	3
<b>Wichtung der Hand-/Armstellung und -bewegung:</b>		<b>1</b>
Arbeitsorganisation		Wichtung
<input type="radio"/>	Häufig Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten / mehrere Arbeitsgänge / ausreichende Erholungsmöglichkeit	0
<input checked="" type="radio"/>	Selten Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten / wenige Arbeitsgänge / Erholzeiten ausreichend	1
<input type="radio"/>	Kein/kaum Belastungswechsel durch andere Tätigkeiten / wenige Einzelbewegungen pro Vorgang / hohes Arbeitstempo durch hohe Austaktung und/oder hohe Akkordarbeitsleistung / ungleichmäßiger Arbeitsablauf mit zeitweise hohen Belastungsspitzen / zu wenig oder zu kurze Erholzeiten	2
<b>Wichtung der Arbeitsorganisation:</b>		<b>1</b>
Ausführungsbedingungen		Wichtung
<input type="radio"/>	Gut: sichere Detailerkennbarkeit / keine Blendung / gute Klimatische Bedingungen	0
<input checked="" type="radio"/>	Eingeschränkt: erschwerte Detailerkennbarkeit durch Blendung oder zu kleine Details / Zugluft / Kälte / Nässe / Konzentrationsstörung durch Geräusche	1
<input type="radio"/>	Bei sehr ungünstigen Bedingungen kann die Wichtung 2 vergeben werden.	2
<b>Ausführungsbedingungs-wichtung:</b>		<b>1</b>
Körperhaltung		Wichtung
<input type="radio"/>	 Gut: Wechsel von Sitzen und Stehen möglich / Wechsel von Stehen und Gehen / dynamisches Sitzen möglich / Hand-Arm-Auflage bei Bedarf möglich / keine Verdrehung / Kopfhaltung variabel / kein Greifen über Schulterhöhe	0
<input checked="" type="radio"/>	 Eingeschränkt: Rumpf mit leichter Neigung des Körpers zum Handlungsbereich / überwiegend Sitzen mit gelegentlichem Stehen oder Gehen / gelegentliches Greifen über Schulterhöhe	1
<input type="radio"/>	 Ungünstig: Rumpf deutlich vorgeneigt und/oder verdreht / Kopfhaltung zur Detailerkennung vorgegeben / eingeschränkte Bewegungsfreiheit / ausschließlich Stehen oder Gehen / häufiges Greifen über Schulterhöhe / häufiges körperfernes Greifen	3
<input type="radio"/>	 Schlecht: Rumpf stärker verdreht und vorgeneigt / streng fixierte Körperhaltung / visuelle Kontrolle der Handlung über Lupen oder Mikroskope starke Kopfneigung oder -verdrehung / häufiges Bücken / ständiges Greifen über Schulterhöhe / ständiges körperfernes Greifen	5
<b>Wichtung der Körperhaltung:</b>		<b>1</b>
<b>3. Schritt: Bewertung</b>		
Wichtung der Kraftausübung für die linke Hand:	3	
Wichtung der Kraftausübung für die rechte Hand:	3,5	
Größere Wichtung von linker und rechter Hand:	3,5	
Wichtung der Kraftübertragung/Greifbedingungen:	4	
Wichtung der Hand-/Armstellung und -bewegung:	1	
Wichtung der Arbeitsorganisation:	1	
Ausführungsbedingungs-wichtung:	1	
Wichtung der Körperhaltung:	1	
Summe	11,5	
	X	
Zeitwichtung	2	
Punktwert	<b>23</b>	

Abbildung 130: LMM-Bogen der Nummer 169 Teil 2

## 6.5 LMM-Bögen der Wege

Beurteilung von Heben, Tragen, Halten anhand von Leitmerkmalen			
Nummer:	201	Attribut:	Weg
Bezeichnung:	Schlüssel 1	LMM-Typ:	HHT
Gesamtlänge aus Tab.:	8 m	LMM-Punktwert:	9
<b>1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung</b> (Nur eine zutreffende Spalte ist auszuwählen)			
Hebe- oder Umsetzvorgänge (< 5 s)	Halten (> 5 s)	Tragen (> 5 m)	
Anzahl am Arbeitstag	Gesamtdauer am Arbeitstag	Gesamtweg am Arbeitstag	Zeitwichtung
<input type="radio"/> < 10	<input type="radio"/> < 5 min	<input checked="" type="radio"/> < 300 m	1
<input type="radio"/> 10 bis < 40	<input type="radio"/> 5 bis < 15 min	<input type="radio"/> 300 m bis < 1 km	2
<input type="radio"/> 40 bis < 200	<input type="radio"/> 15 min bis < 1 Stunde	<input type="radio"/> 1 km bis < 4 km	4
<input type="radio"/> 200 bis < 500	<input type="radio"/> 1 Stunde bis < 2 Stunden	<input type="radio"/> 4 bis < 8 km	6
<input type="radio"/> 500 bis < 1000	<input type="radio"/> 2 Stunden bis < 4 Stunden	<input type="radio"/> 8 bis < 16 km	8
<input type="radio"/> ≥ 1000	<input type="radio"/> ≥ 4 Stunden	<input type="radio"/> ≥ 16 km	10
<b>Zeitwichtung:</b>			1
<b>2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen von Last, Haltung und Ausführungsbedingungen</b>			
Wirksame Last für Männer	Wirksame Last für Frauen		Lastwichtung
<input type="radio"/> < 10 kg	<input type="radio"/> < 5 kg		1
<input type="radio"/> 10 bis < 20 kg	<input type="radio"/> 5 bis < 10 kg		2
<input checked="" type="radio"/> 20 bis < 30 kg	<input type="radio"/> 10 bis < 15 kg		4
<input type="radio"/> 30 bis < 40 kg	<input type="radio"/> 15 bis < 25 kg		7
<input type="radio"/> ≥ 40 kg	<input type="radio"/> ≥ 25 kg		25
<b>Lastwichtung:</b>			4
Körperhaltung, Position der Last			Haltungswichtung
<input type="radio"/>		- Oberkörper aufrecht, nicht verdreht - Last am Körper	1
<input type="radio"/>		- geringes Vorneigen oder Verdrehen des Oberkörpers - Last am Körper oder körpernah	2
<input checked="" type="radio"/>		- tiefes Beugen oder weites Vorneigen - geringe Vorneigung mit gleichzeitigem Verdrehen des Oberkörpers - Last körperfern der über Schulterhöhe	4
<input type="radio"/>		- weites Vorneigen mit gleichzeitigem Verdrehen des Oberkörpers - Last körperfern - eingeschränkte Haltungsverstabilität beim Stehen	8
<b>Haltungswichtung:</b>			4
Ausführungsbedingungen			Ausf.-wichtung
<input type="radio"/>	Gute ergonomische Bedingungen, z.B. ausreichend Platz, keine Hindernisse im Arbeitsbereich, ebener rutschfester Boden, ausreichend beleuchtet, gute Griffbedingungen		0
<input checked="" type="radio"/>	Einschränkungen der Bewegungsfreiheit und ungünstige ergonomische Bedingungen (z.B. 1.: Bewegungsraum durch zu geringe Höhe oder durch eine Arbeitsfläche unter 1,5 m² eingeschränkt oder 2.: Standsicherheit durch unebenen, weichen Boden eingeschränkt)		1
<input type="radio"/>	Stark eingeschränkte Bewegungsfreiheit und/oder Instabilität des Lastschwerpunktes (z.B. Patiententransfer)		2
<b>Ausführungsbedingungswichtung:</b>			1
<b>3. Schritt: Bewertung</b>			
Lastwichtung	4		
Haltungswichtung	4		
Ausführungsbedingungswichtung	1		
Summe	9		
	X		
Zeitwichtung	1		
Punktwert	9		

Abbildung 131: LMM-Bogen der Nummer 201

Beurteilung von Heben, Tragen, Halten anhand von Leitmerkmalen			
Nummer:	202	Attribut:	Weg
Bezeichnung:	Schlüssel 2	LMM-Typ:	HHT
Gesamtlänge aus Tab.:	23 m	LMM-Punktwert:	9
<b>1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung (Nur eine zutreffende Spalte ist auszuwählen)</b>			
Hebe- oder Umsetzvorgänge (< 5 s)	Halten (> 5 s)	Tragen (> 5 m)	
Anzahl am Arbeitstag	Gesamtdauer am Arbeitstag	Gesamtweg am Arbeitstag	Zeitwichtung
<input type="radio"/> < 10	<input type="radio"/> < 5 min	<input checked="" type="radio"/> < 300 m	1
<input type="radio"/> 10 bis < 40	<input type="radio"/> 5 bis < 15 min	<input type="radio"/> 300 m bis < 1 km	2
<input type="radio"/> 40 bis < 200	<input type="radio"/> 15 min bis < 1 Stunde	<input type="radio"/> 1 km bis < 4 km	4
<input type="radio"/> 200 bis < 500	<input type="radio"/> 1 Stunde bis < 2 Stunden	<input type="radio"/> 4 bis < 8 km	6
<input type="radio"/> 500 bis < 1000	<input type="radio"/> 2 Stunden bis < 4 Stunden	<input type="radio"/> 8 bis < 16 km	8
<input type="radio"/> ≥ 1000	<input type="radio"/> ≥ 4 Stunden	<input type="radio"/> ≥ 16 km	10
<b>Zeitwichtung:</b>			1
<b>2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen von Last, Haltung und Ausführungsbedingungen</b>			
Wirksame Last für Männer	Wirksame Last für Frauen		Lastwichtung
<input type="radio"/> < 10 kg	<input type="radio"/> < 5 kg		1
<input type="radio"/> 10 bis < 20 kg	<input type="radio"/> 5 bis < 10 kg		2
<input checked="" type="radio"/> 20 bis < 30 kg	<input type="radio"/> 10 bis < 15 kg		4
<input type="radio"/> 30 bis < 40 kg	<input type="radio"/> 15 bis < 25 kg		7
<input type="radio"/> ≥ 40 kg	<input type="radio"/> ≥ 25 kg		25
<b>Lastwichtung:</b>			4
Körperhaltung, Position der Last			Haltungswichtung
<input type="radio"/>		- Oberkörper aufrecht, nicht verdreht - Last am Körper	1
<input type="radio"/>		- geringes Vorneigen oder Verdrehen des Oberkörpers - Last am Körper oder körpernah	2
<input checked="" type="radio"/>		- tiefes Beugen oder weites Vorneigen - geringe Vorneigung mit gleichzeitigem Verdrehen des Oberkörpers - Last körperfern der über Schulterhöhe	4
<input type="radio"/>		- weites Vorneigen mit gleichzeitigem Verdrehen des Oberkörpers - Last körperfern - eingeschränkte Haltungsverstabilität beim Stehen	8
<b>Haltungswichtung:</b>			4
Ausführungsbedingungen			Ausf.-wichtung
<input type="radio"/>	Gute ergonomische Bedingungen, z.B. ausreichend Platz, keine Hindernisse im Arbeitsbereich, ebener rutschfester Boden, ausreichend beleuchtet, gute Griffbedingungen		0
<input checked="" type="radio"/>	Einschränkungen der Bewegungsfreiheit und ungünstige ergonomische Bedingungen (z.B. 1.: Bewegungsraum durch zu geringe Höhe oder durch eine Arbeitsfläche unter 1,5 m² eingeschränkt oder 2.: Standsicherheit durch unebenen, weichen Boden eingeschränkt)		1
<input type="radio"/>	Stark eingeschränkte Bewegungsfreiheit und/oder Instabilität des Lastschwerpunktes (z.B. Patiententransfer)		2
<b>Ausführungsbedingungswichtung:</b>			1
<b>3. Schritt: Bewertung</b>			
Lastwichtung	4		
Haltungswichtung	4		
Ausführungsbedingungswichtung	1		
Summe	9		
	<b>X</b>		
Zeitwichtung	1		
Punktwert	9		

Abbildung 132: LMM-Bogen der Nummer 202

Beurteilung von Heben, Tragen, Halten anhand von Leitmerkmalen			
Nummer:	203	Attribut:	Weg
Bezeichnung:	Schlüssel 3	LMM-Typ:	HHT
Gesamtlänge aus Tab.:	8 m	LMM-Punktwert:	<b>28</b>
<b>1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung (Nur eine zutreffende Spalte ist auszuwählen)</b>			
Hebe- oder Umsetzvorgänge (< 5 s)	Halten (> 5 s)	Tragen (> 5 m)	
Anzahl am Arbeitstag	Gesamtdauer am Arbeitstag	Gesamtweg am Arbeitstag	Zeitwichtung
<input type="radio"/> < 10	<input type="radio"/> < 5 min	<input checked="" type="radio"/> < 300 m	1
<input type="radio"/> 10 bis < 40	<input type="radio"/> 5 bis < 15 min	<input type="radio"/> 300 m bis < 1 km	2
<input type="radio"/> 40 bis < 200	<input type="radio"/> 15 min bis < 1 Stunde	<input type="radio"/> 1 km bis < 4 km	4
<input type="radio"/> 200 bis < 500	<input type="radio"/> 1 Stunde bis < 2 Stunden	<input type="radio"/> 4 bis < 8 km	6
<input type="radio"/> 500 bis < 1000	<input type="radio"/> 2 Stunden bis < 4 Stunden	<input type="radio"/> 8 bis < 16 km	8
<input type="radio"/> ≥ 1000	<input type="radio"/> ≥ 4 Stunden	<input type="radio"/> ≥ 16 km	10
<b>Zeitwichtung:</b>			<b>1</b>
<b>2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen von Last, Haltung und Ausführungsbedingungen</b>			
Wirksame Last für Männer	Wirksame Last für Frauen		Lastwichtung
<input type="radio"/> < 10 kg	<input type="radio"/> < 5 kg		1
<input type="radio"/> 10 bis < 20 kg	<input type="radio"/> 5 bis < 10 kg		2
<input type="radio"/> 20 bis < 30 kg	<input type="radio"/> 10 bis < 15 kg		4
<input type="radio"/> 30 bis < 40 kg	<input type="radio"/> 15 bis < 25 kg		7
<input checked="" type="radio"/> ≥ 40 kg	<input type="radio"/> ≥ 25 kg		25
<b>Lastwichtung:</b>			<b>25</b>
Körperhaltung, Position der Last			Haltungswichtung
<input type="radio"/>		- Oberkörper aufrecht, nicht verdreht - Last am Körper	1
<input checked="" type="radio"/>		- geringes Vorneigen oder Verdrehen des Oberkörpers - Last am Körper oder körpernah	2
<input type="radio"/>		- tiefes Beugen oder weites Vorneigen - geringe Vorneigung mit gleichzeitigem Verdrehen des Oberkörpers - Last körperfern der über Schulterhöhe	4
<input type="radio"/>		- weites Vorneigen mit gleichzeitigem Verdrehen des Oberkörpers - Last körperfern - eingeschränkte Haltungsverstabilität beim Stehen	8
<b>Haltungswichtung:</b>			<b>2</b>
Ausführungsbedingungen			Ausf.-wichtung
<input type="radio"/>	Gute ergonomische Bedingungen, z.B. ausreichend Platz, keine Hindernisse im Arbeitsbereich, ebener rutschfester Boden, ausreichend beleuchtet, gute Griffbedingungen		0
<input checked="" type="radio"/>	Einschränkungen der Bewegungsfreiheit und ungünstige ergonomische Bedingungen (z.B. 1.: Bewegungsraum durch zu geringe Höhe oder durch eine Arbeitsfläche unter 1,5 m² eingeschränkt oder 2.: Standsicherheit durch unebenen, weichen Boden eingeschränkt)		1
<input type="radio"/>	Stark eingeschränkte Bewegungsfreiheit und/oder Instabilität des Lastschwerpunktes (z.B. Patiententransfer)		2
<b>Ausführungsbedingungswichtung:</b>			<b>1</b>
<b>3. Schritt: Bewertung</b>			
Lastwichtung	25		
Haltungswichtung	2		
Ausführungsbedingungswichtung	1		
Summe	28		
	x		
Zeitwichtung	1		
Punktwert	<b>28</b>		

Abbildung 133: LMM-Bogen der Nummer 203

Beurteilung von Heben, Tragen, Halten anhand von Leitmerkmalen			
Nummer:	204	Attribut:	Weg
Bezeichnung:	Schlüssel 4	LMM-Typ:	HHT
Gesamtlänge aus Tab.:	32 m	LMM-Punktwert:	<b>16</b>
<b>1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung (Nur eine zutreffende Spalte ist auszuwählen)</b>			
Hebe- oder Umsetzvorgänge (< 5 s)	Halten (> 5 s)	Tragen (> 5 m)	
Anzahl am Arbeitstag	Gesamtdauer am Arbeitstag	Gesamtweg am Arbeitstag	Zeitwichtung
<input type="radio"/> < 10	<input type="radio"/> < 5 min	<input type="radio"/> < 300 m	1
<input type="radio"/> 10 bis < 40	<input type="radio"/> 5 bis < 15 min	<input type="radio"/> 300 m bis < 1 km	2
<input type="radio"/> 40 bis < 200	<input type="radio"/> 15 min bis < 1 Stunde	<input checked="" type="radio"/> 1 km bis < 4 km	4
<input type="radio"/> 200 bis < 500	<input type="radio"/> 1 Stunde bis < 2 Stunden	<input type="radio"/> 4 bis < 8 km	6
<input type="radio"/> 500 bis < 1000	<input type="radio"/> 2 Stunden bis < 4 Stunden	<input type="radio"/> 8 bis < 16 km	8
<input type="radio"/> ≥ 1000	<input type="radio"/> ≥ 4 Stunden	<input type="radio"/> ≥ 16 km	10
<b>Zeitwichtung:</b>			<b>4</b>
<b>2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen von Last, Haltung und Ausführungsbedingungen</b>			
Wirksame Last für Männer	Wirksame Last für Frauen		Lastwichtung
<input type="radio"/> < 10 kg	<input checked="" type="radio"/> < 5 kg		1
<input type="radio"/> 10 bis < 20 kg	<input type="radio"/> 5 bis < 10 kg		2
<input type="radio"/> 20 bis < 30 kg	<input type="radio"/> 10 bis < 15 kg		4
<input type="radio"/> 30 bis < 40 kg	<input type="radio"/> 15 bis < 25 kg		7
<input type="radio"/> ≥ 40 kg	<input type="radio"/> ≥ 25 kg		25
<b>Lastwichtung:</b>			<b>1</b>
Körperhaltung, Position der Last			Haltungswichtung
<input type="radio"/>		- Oberkörper aufrecht, nicht verdreht - Last am Körper	1
<input checked="" type="radio"/>		- geringes Vorneigen oder Verdrehen des Oberkörpers - Last am Körper oder körpernah	2
<input type="radio"/>		- tiefes Beugen oder weites Vorneigen - geringe Vorneigung mit gleichzeitigem Verdrehen des Oberkörpers - Last körperfern der über Schulterhöhe	4
<input type="radio"/>		- weites Vorneigen mit gleichzeitigem Verdrehen des Oberkörpers - Last körperfern - eingeschränkte Haltungsverstabilität beim Stehen	8
<b>Haltungswichtung:</b>			<b>2</b>
Ausführungsbedingungen			Ausf.-wichtung
<input type="radio"/>	Gute ergonomische Bedingungen, z.B. ausreichend Platz, keine Hindernisse im Arbeitsbereich, ebener rutschfester Boden, ausreichend beleuchtet, gute Griffbedingungen		0
<input checked="" type="radio"/>	Einschränkungen der Bewegungsfreiheit und ungünstige ergonomische Bedingungen (z.B. 1.: Bewegungsraum durch zu geringe Höhe oder durch eine Arbeitsfläche unter 1,5 m² eingeschränkt oder 2.: Standsicherheit durch unebenen, weichen Boden eingeschränkt)		1
<input type="radio"/>	Stark eingeschränkte Bewegungsfreiheit und/oder Instabilität des Lastschwerpunktes (z.B. Patiententransfer)		2
<b>Ausführungsbedingungs-wichtung:</b>			<b>1</b>
<b>3. Schritt: Bewertung</b>			
Lastwichtung	1		
Haltungswichtung	2		
Ausführungsbedingungs-wichtung	1		
Summe	4		
	X		
Zeitwichtung	4		
Punktwert	<b>16</b>		

Abbildung 134: LMM-Bogen der Nummer 204

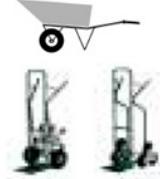
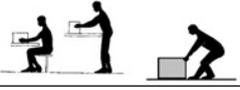
Beurteilung von Ziehen und Schieben anhand von Leitmerkmalen					
Bezeichnung:	205	Attribut:	Weg		
Nummer:	Schlüssel 5	LMM-Typ:	ZS		
Gesamtlänge:	85 m	LMM-Punktwert:	20		
1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung (Nur eine zutreffende Spalte ist auszuwählen)					
Ziehen und Schieben über kurze Distanzen oder häufiges Anhalten (Einzelweg bis 5 m)		Ziehen und Schieben über längere Distanzen (Einzelweg über 5 m)			
Anzahl am Arbeitstag		Gesamtweg am Arbeitstag			
<input type="radio"/>	< 10	<input type="radio"/>	< 300 m		
<input type="radio"/>	10 bis < 40	<input checked="" type="radio"/>	300 m bis < 1 km		
<input type="radio"/>	40 bis < 200	<input type="radio"/>	1 km bis < 4 km		
<input type="radio"/>	200 bis < 500	<input type="radio"/>	4 bis < 8 km		
<input type="radio"/>	500 bis < 1000	<input type="radio"/>	8 bis < 16 km		
<input type="radio"/>	≥ 1000	<input type="radio"/>	≥ 16 km		
<b>Zeitwichtung:</b>			2		
<b>Wichtung des Geschlechts</b>			Wichtung		
<input checked="" type="radio"/>	Männlich	<input type="radio"/>	Weiblich		
<b>Wichtung des Geschlechts:</b>			1,0		
2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen von Last, Haltung und Ausführungsbedingungen					
Gruppenfeld60					
Zu bewegende Masse (Lastgewicht)	<b>Flurförderzeug, Hilfsmittel</b>				
	Ohne, Last wird gerollt	Karren	Wagen, Roller, Trolleys ohne Bockrollen (nur Lenkrollen)	Gleiswagen, Handwagen, Handhubwagen, Rollenbahnen, Wagen m	Manipulatoren, Seilbalancer
Rollend					
< 50 kg	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5
50 bis < 100 kg	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1
100 bis < 200 kg	<input type="radio"/> 1,5	<input checked="" type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 1,5	<input type="radio"/> 2
200 bis < 300 kg	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 4
300 bis < 400 kg	<input type="radio"/> 3		<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 3	
400 bis < 600 kg	<input type="radio"/> 4		<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 4	
600 bis < 1000 kg	<input type="radio"/> 5			<input type="radio"/> 5	
≥ 1000 kg					
Gleitend					
< 10 kg	<input type="radio"/>	1			
10 bis < 25 kg	<input type="radio"/>	2			
25 bis < 50 kg	<input type="radio"/>	4			
≥ 50 kg					
<b>Wichtng der Masse/Lastmittel:</b>			2		

Abbildung 135: LMM-Bogen der Nummer 205 Teil 1

Positioniergenauigkeit	Bewegungsgeschwindigkeit	
	langsam 8 < 0,8 m/s	schnell (0,8 bis 1,3 m/s)
Gering - keine Vorgabe des Fahrweges - Last kann ausrollen oder wird an Anschlag gestoppt	○ 1	● 2
Hoch - Last ist exakt zu positionieren und anzuhalten - Fahrweg ist exakt einzuhalten - häufige Richtungsänderungen	○ 2	○ 4
<b>Wichtung der Positioniergenauigkeit/Bewegungsgeschwindigkeit:</b>		<b>2</b>
Körperhaltung		Haltungswichtung
○  Rumpf aufrecht, keine Verdrehung		1
●  Rumpf leicht vorgeneigt und oder leicht verdreht (einseitiges Ziehen)		2
○  Stärkere Neigung des Körpers in Bewegungsrichtung, Hocken, Knien, Bücken		4
○  Kombination von Bücken und Verdrehen		8
<b>Haltungswichtung:</b>		<b>2</b>
Ausführungsbedingungen		Ausf.-wichtung
○ <b>Gut:</b> → Fußboden oder andere Fläche eben, fest, glatt, trocken, → ohne Neigung, → keine Hindernisse im Bewegungsraum, → Rollen oder Räder leichtgängig, kein erkennbarer Verschleiss der Radlager		0
○ <b>Eingeschränkt:</b> → Fußboden verschmutzt, etwas uneben, weich, → geringe Neigung bis 2° → Hindernisse im Bewegungsraum, die umfahren werden müssen, → Rollen oder Räder verschmutzt, nicht mehr ganz leichtgängig, Lager ausgeschlagen		2
● <b>Schwierig:</b> → unbefestigter oder grob gepflasteter Fahrweg, Schlaglöcher, starke Verschmutzung, → Neigung 2 bis 5°, → Flurförderzeuge müssen beim Anfahren "losgerissen" werden → Rollen oder Räder verschmutzt, schwergängig		4
○ <b>Kompliziert:</b> → Stufen, Treppen, Absätze, → Neigungen > 5°, → Kombinationen der Merkmale von "Eingeschränkt" und "Schwierig"		8
<b>Ausführungsbedingungswichtung:</b>		<b>4</b>
<b>3. Schritt: Bewertung</b>		
	Wichtig der Masse/Lastmittel	2
	Wichtung der Positioniergenauigkeit/Bewegungsgeschwindigkeit	2
	Haltungswichtung	2
	Ausführungsbedingungswichtung	4
	<b>Summe</b>	<b>10</b>
		<b>X</b>
	Zeitwichtung	2
		<b>X</b>
	Wichtung des Geschlechts	1
	<b>Punktewert</b>	<b>20</b>

Abbildung 136: LMM-Bogen der Nummer 205 Teil 2

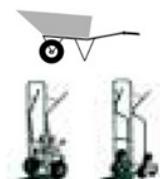
Beurteilung von Ziehen und Schieben anhand von Leitmerkmalen					
Bezeichnung:	206	Attribut:	Weg		
Nummer:	Schlüssel 6	LMM-Typ:	ZS		
Gesamtlänge:	139 m	LMM-Punktwert:	20		
1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung (Nur eine zutreffende Spalte ist auszuwählen)					
Ziehen und Schieben über kurze Distanzen oder häufiges Anhalten (Einzelweg bis 5 m)		Ziehen und Schieben über längere Distanzen (Einzelweg über 5 m)			
Anzahl am Arbeitstag		Gesamtweg am Arbeitstag			
<input type="radio"/>	< 10	<input type="radio"/>	< 300 m		
<input type="radio"/>	10 bis < 40	<input checked="" type="radio"/>	300 m bis < 1 km		
<input type="radio"/>	40 bis < 200	<input type="radio"/>	1 km bis < 4 km		
<input type="radio"/>	200 bis < 500	<input type="radio"/>	4 bis < 8 km		
<input type="radio"/>	500 bis < 1000	<input type="radio"/>	8 bis < 16 km		
<input type="radio"/>	≥ 1000	<input type="radio"/>	≥ 16 km		
<b>Zeitwichtung:</b>			2		
<b>Wichtung des Geschlechts</b>			Wichtung		
<input checked="" type="radio"/>	Männlich	<input type="radio"/>	Weiblich		
<b>Wichtung des Geschlechts:</b>			1,0		
2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen von Last, Haltung und Ausführungsbedingungen					
Gruppenfeld60					
Zu bewegende Masse (Lastgewicht)	<b>Flurförderzeug, Hilfsmittel</b>				
	Ohne, Last wird gerollt	Karren	Wagen, Roller, Trolleys ohne Bockrollen (nur Lenkrollen)	Gleiswagen, Handwagen, Handhubwagen, Rollenbahnen, Wagen m	Manipulatoren, Seilbalancer
Rollend					
< 50 kg	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5
50 bis < 100 kg	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1
100 bis < 200 kg	<input type="radio"/> 1,5	<input checked="" type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 1,5	<input type="radio"/> 2
200 bis < 300 kg	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 4
300 bis < 400 kg	<input type="radio"/> 3		<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 3	
400 bis < 600 kg	<input type="radio"/> 4		<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 4	
600 bis < 1000 kg	<input type="radio"/> 5			<input type="radio"/> 5	
≥ 1000 kg					
Gleitend					
< 10 kg	<input type="radio"/>	1			
10 bis < 25 kg	<input type="radio"/>	2			
25 bis < 50 kg	<input type="radio"/>	4			
≥ 50 kg					
<b>Wichtng der Masse/Lastmittel:</b>			2		

Abbildung 137: LMM-Bogen der Nummer 206 Teil 1

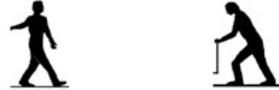
Positioniergenauigkeit	Bewegungsgeschwindigkeit	
	langsam 8 < 0,8 m/s	schnell (0,8 bis 1,3 m/s)
Gering - keine Vorgabe des Fahrweges - Last kann ausrollen oder wird an Anschlag gestoppt	○ 1	● 2
Hoch - Last ist exakt zu positionieren und anzuhalten - Fahrweg ist exakt einzuhalten - häufige Richtungsänderungen	○ 2	○ 4
<b>Wichtung der Positioniergenauigkeit/Bewegungsgeschwindigkeit:</b>		<b>2</b>
<b>Körperhaltung</b>		<b>Haltungswichtung</b>
○  Rumpf aufrecht, keine Verdrehung		1
●  Rumpf leicht vorgeneigt und oder leicht verdreht (einseitiges Ziehen)		2
○  Stärkere Neigung des Körpers in Bewegungsrichtung, Hocken, Knien, Bücken		4
○  Kombination von Bücken und Verdrehen		8
<b>Haltungswichtung:</b>		<b>2</b>
<b>Ausführungsbedingungen</b>		<b>Ausf.-wichtung</b>
○ <b>Gut:</b> → Fußboden oder andere Fläche eben, fest, glatt, trocken, → ohne Neigung, → keine Hindernisse im Bewegungsraum, → Rollen oder Räder leichtgängig, kein erkennbarer Verschleiss der Radlager		0
○ <b>Eingeschränkt:</b> → Fußboden verschmutzt, etwas uneben, weich, → geringe Neigung bis 2° → Hindernisse im Bewegungsraum, die umfahren werden müssen, → Rollen oder Räder verschmutzt, nicht mehr ganz leichtgängig, Lager ausgeschlagen		2
● <b>Schwierig:</b> → unbefestigter oder grob gepflasterter Fahrweg, Schlaglöcher, starke Verschmutzung, → Neigung 2 bis 5°, → Flurförderzeuge müssen beim Anfahren "losgerissen" werden → Rollen oder Räder verschmutzt, schwergängig		4
○ <b>Kompliziert:</b> → Stufen, Treppen, Absätze, → Neigungen > 5°, → Kombinationen der Merkmale von "Eingeschränkt" und "Schwierig"		8
<b>Ausführungsbedingungswichtung:</b>		<b>4</b>
<b>3. Schritt: Bewertung</b>		
	Wichtig der Masse/Lastmittel	2
	Wichtung der Positioniergenauigkeit/Bewegungsgeschwindigkeit	2
	Haltungswichtung	2
	Ausführungsbedingungswichtung	4
	<b>Summe</b>	<b>10</b>
		<b>X</b>
	Zeitwichtung	2
		<b>X</b>
	Wichtung des Geschlechts	1
	<b>Punktwert</b>	<b>20</b>

Abbildung 138: LMM-Bogen der Nummer 206 Teil 2

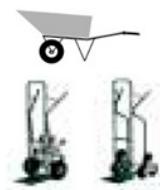
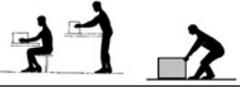
Beurteilung von Ziehen und Schieben anhand von Leitmerkmalen					
Bezeichnung:	231	Attribut:	Weg		
Nummer:	Gehäuse 1	LMM-Typ:	ZS		
Gesamtlänge:	121 m	LMM-Punktwert:	14		
1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung (Nur eine zutreffende Spalte ist auszuwählen)					
Ziehen und Schieben über kurze Distanzen oder häufiges Anhalten (Einzelweg bis 5 m)		Ziehen und Schieben über längere Distanzen (Einzelweg über 5 m)			
Anzahl am Arbeitstag		Gesamtweg am Arbeitstag			
<input type="radio"/>	< 10	<input checked="" type="radio"/>	< 300 m		
<input type="radio"/>	10 bis < 40	<input type="radio"/>	300 m bis < 1 km		
<input type="radio"/>	40 bis < 200	<input type="radio"/>	1 km bis < 4 km		
<input type="radio"/>	200 bis < 500	<input type="radio"/>	4 bis < 8 km		
<input type="radio"/>	500 bis < 1000	<input type="radio"/>	8 bis < 16 km		
<input type="radio"/>	≥ 1000	<input type="radio"/>	≥ 16 km		
<b>Zeitwichtung:</b>			<b>1</b>		
<b>Wichtung des Geschlechts</b>			Wichtung		
<input checked="" type="radio"/>	Männlich	<input type="radio"/>	Weiblich		
<b>Wichtung des Geschlechts:</b>			<b>1,0</b>		
2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen von Last, Haltung und Ausführungsbedingungen					
Gruppenfeld60					
Zu bewegende Masse (Lastgewicht)	<b>Flurförderzeug, Hilfsmittel</b>				
	Ohne, Last wird gerollt	Karren	Wagen, Roller, Trolleys ohne Bockrollen (nur Lenkrollen)	Gleiswagen, Handwagen, Handhubwagen, Rollenbahnen, Wagen m	Manipulatoren, Seilbalancer
Rollend					
< 50 kg	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5
50 bis < 100 kg	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1
100 bis < 200 kg	<input type="radio"/> 1,5	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 1,5	<input type="radio"/> 2
200 bis < 300 kg	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 4
300 bis < 400 kg	<input type="radio"/> 3		<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 3	
400 bis < 600 kg	<input type="radio"/> 4		<input type="radio"/> 5	<input checked="" type="radio"/> 4	
600 bis < 1000 kg	<input type="radio"/> 5			<input type="radio"/> 5	
≥ 1000 kg					
Gleitend					
< 10 kg	<input type="radio"/>	1			
10 bis < 25 kg	<input type="radio"/>	2			
25 bis < 50 kg	<input type="radio"/>	4			
≥ 50 kg					
<b>Wichtng der Masse/Lastmittel:</b>			<b>4</b>		

Abbildung 139: LMM-Bogen der Nummer 231 Teil 1

Positioniergenauigkeit	Bewegungsgeschwindigkeit	
	langsam 8 < 0,8 m/s	schnell (0,8 bis 1,3 m/s)
Gering - keine Vorgabe des Fahrweges - Last kann ausrollen oder wird an Anschlag gestoppt	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2
Hoch - Last ist exakt zu positionieren und anzuhalten - Fahrweg ist exakt einzuhalten - häufige Richtungsänderungen	<input checked="" type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 4
<b>Wichtung der Positioniergenauigkeit/Bewegungsgeschwindigkeit:</b>		<b>2</b>
<b>Körperhaltung</b>		<b>Haltungswichtung</b>
<input type="radio"/>  Rumpf aufrecht, keine Verdrehung		1
<input type="radio"/>  Rumpf leicht vorgeneigt und oder leicht verdreht (einseitiges Ziehen)		2
<input checked="" type="radio"/>  Stärkere Neigung des Körpers in Bewegungsrichtung, Hocken, Knien, Bücken		4
<input type="radio"/>  Kombination von Bücken und Verdrehen		8
	<b>Haltungswichtung:</b>	<b>4</b>
<b>Ausführungsbedingungen</b>		<b>Ausf.-wichtung</b>
<input type="radio"/> <b>Gut:</b> → Fußboden oder andere Fläche eben, fest, glatt, trocken, → ohne Neigung, → keine Hindernisse im Bewegungsraum, → Rollen oder Räder leichtgängig, kein erkennbarer Verschleiss der Radlager		0
<input type="radio"/> <b>Eingeschränkt:</b> → Fußboden verschmutzt, etwas uneben, weich, → geringe Neigung bis 2° → Hindernisse im Bewegungsraum, die umfahren werden müssen, → Rollen oder Räder verschmutzt, nicht mehr ganz leichtgängig, Lager ausgeschlagen		2
<input checked="" type="radio"/> <b>Schwierig:</b> → unbefestigter oder grob gepflasteter Fahrweg, Schlaglöcher, starke Verschmutzung, → Neigung 2 bis 5°, → Flurförderzeuge müssen beim Anfahren "losgerissen" werden → Rollen oder Räder verschmutzt, schwergängig		4
<input type="radio"/> <b>Kompliziert:</b> → Stufen, Treppen, Absätze, → Neigungen > 5°, → Kombinationen der Merkmale von "Eingeschränkt" und "Schwierig"		8
	<b>Ausführungsbedingungs-wichtung:</b>	<b>4</b>
<b>3. Schritt: Bewertung</b>		
	Wichtig der Masse/Lastmittel	4
	Wichtung der Positioniergenauigkeit/Bewegungsgeschwindigkeit	2
	Haltungswichtung	4
	Ausführungsbedingungs-wichtung	4
	<b>Summe</b>	<b>14</b>
		<b>X</b>
	Zeitwichtung	1
		<b>X</b>
	Wichtung des Geschlechts	1
	<b>Punktewert</b>	<b>14</b>

Abbildung 140: LMM-Bogen der Nummer 231 Teil 2

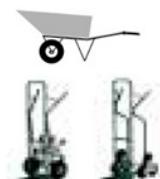
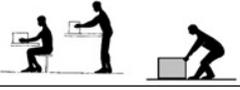
Beurteilung von Ziehen und Schieben anhand von Leitmerkmalen					
Bezeichnung:	232	Attribut:	Weg		
Nummer:	Gehäuse 2	LMM-Typ:	ZS		
Gesamtlänge:	95 m	LMM-Punktwert:	56		
1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung (Nur eine zutreffende Spalte ist auszuwählen)					
Ziehen und Schieben über kurze Distanzen oder häufiges Anhalten (Einzelweg bis 5 m)		Ziehen und Schieben über längere Distanzen (Einzelweg über 5 m)			
Anzahl am Arbeitstag		Gesamtweg am Arbeitstag			
<input type="radio"/>	< 10	<input type="radio"/>	< 300 m		
<input type="radio"/>	10 bis < 40	<input type="radio"/>	300 m bis < 1 km		
<input type="radio"/>	40 bis < 200	<input checked="" type="radio"/>	1 km bis < 4 km		
<input type="radio"/>	200 bis < 500	<input type="radio"/>	4 bis < 8 km		
<input type="radio"/>	500 bis < 1000	<input type="radio"/>	8 bis < 16 km		
<input type="radio"/>	≥ 1000	<input type="radio"/>	≥ 16 km		
<b>Zeitwichtung:</b>			<b>4</b>		
<b>Wichtung des Geschlechts</b>			Wichtung		
<input checked="" type="radio"/>	Männlich	<input type="radio"/>	Weiblich		
<b>Wichtung des Geschlechts:</b>			<b>1,0</b>		
2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen von Last, Haltung und Ausführungsbedingungen					
Gruppenfeld60					
Zu bewegende Masse (Lastgewicht)	<b>Flurförderzeug, Hilfsmittel</b>				
	Ohne, Last wird gerollt	Karren	Wagen, Roller, Trolleys ohne Bockrollen (nur Lenkrollen)	Gleiswagen, Handwagen, Handhubwagen, Rollenbahnen, Wagen m	Manipulatoren, Seilbalancer
Rollend					
< 50 kg	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5
50 bis < 100 kg	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1
100 bis < 200 kg	<input type="radio"/> 1,5	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 1,5	<input type="radio"/> 2
200 bis < 300 kg	<input type="radio"/> 2	<input checked="" type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 4
300 bis < 400 kg	<input type="radio"/> 3		<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 3	
400 bis < 600 kg	<input type="radio"/> 4		<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 4	
600 bis < 1000 kg	<input type="radio"/> 5			<input type="radio"/> 5	
≥ 1000 kg					
Gleitend					
< 10 kg	<input type="radio"/>	1			
10 bis < 25 kg	<input type="radio"/>	2			
25 bis < 50 kg	<input type="radio"/>	4			
≥ 50 kg					
<b>Wichtng der Masse/Lastmittel:</b>			<b>4</b>		

Abbildung 141: LMM-Bogen der Nummer 232 Teil 1

Positioniergenauigkeit	Bewegungsgeschwindigkeit	
	langsam 8 < 0,8 m/s	schnell (0,8 bis 1,3 m/s)
Gering - keine Vorgabe des Fahrweges - Last kann ausrollen oder wird an Anschlag gestoppt	○ 1	○ 2
Hoch - Last ist exakt zu positionieren und anzuhalten - Fahrweg ist exakt einzuhalten - häufige Richtungsänderungen	○ 2	● 4
<b>Wichtung der Positioniergenauigkeit/Bewegungsgeschwindigkeit:</b>		<b>4</b>
<b>Körperhaltung</b>		<b>Haltungswichtung</b>
○  Rumpf aufrecht, keine Verdrehung		1
●  Rumpf leicht vorgeneigt und oder leicht verdreht (einseitiges Ziehen)		2
○  Stärkere Neigung des Körpers in Bewegungsrichtung, Hocken, Knien, Bücken		4
○  Kombination von Bücken und Verdrehen		8
<b>Haltungswichtung:</b>		<b>2</b>
<b>Ausführungsbedingungen</b>		<b>Ausf.-wichtung</b>
○ <b>Gut:</b> → Fußboden oder andere Fläche eben, fest, glatt, trocken, → ohne Neigung, → keine Hindernisse im Bewegungsraum, → Rollen oder Räder leichtgängig, kein erkennbarer Verschleiss der Radlager		0
○ <b>Eingeschränkt:</b> → Fußboden verschmutzt, etwas uneben, weich, → geringe Neigung bis 2° → Hindernisse im Bewegungsraum, die umfahren werden müssen, → Rollen oder Räder verschmutzt, nicht mehr ganz leichtgängig, Lager ausgeschlagen		2
● <b>Schwierig:</b> → unbefestigter oder grob gepflasterter Fahrweg, Schlaglöcher, starke Verschmutzung, → Neigung 2 bis 5°, → Flurförderzeuge müssen beim Anfahren "losgerissen" werden → Rollen oder Räder verschmutzt, schwergängig		4
○ <b>Kompliziert:</b> → Stufen, Treppen, Absätze, → Neigungen > 5°, → Kombinationen der Merkmale von "Eingeschränkt" und "Schwierig"		8
<b>Ausführungsbedingungswichtung:</b>		<b>4</b>
<b>3. Schritt: Bewertung</b>		
	Wichtig der Masse/Lastmittel	4
	Wichtung der Positioniergenauigkeit/Bewegungsgeschwindigkeit	4
	Haltungswichtung	2
	Ausführungsbedingungswichtung	4
	<b>Summe</b>	<b>14</b>
		<b>X</b>
	Zeitwichtung	4
		<b>X</b>
	Wichtung des Geschlechts	1
	<b>Punktwert</b>	<b>56</b>

Abbildung 142: LMM-Bogen der Nummer 232 Teil 2

Beurteilung von Heben, Tragen, Halten anhand von Leitmerkmalen			
Nummer:	233	Attribut:	Weg
Bezeichnung:	Gehäuse 3	LMM-Typ:	HHT
Gesamtlänge aus Tab.:	7 m	LMM-Punktwert:	<b>30</b>
<b>1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung</b> (Nur eine zutreffende Spalte ist auszuwählen)			
Hebe- oder Umsetzvorgänge (< 5 s)	Halten (> 5 s)	Tragen (> 5 m)	
Anzahl am Arbeitstag	Gesamtdauer am Arbeitstag	Gesamtweg am Arbeitstag	Zeitwichtung
<input type="radio"/> < 10	<input type="radio"/> < 5 min	<input checked="" type="radio"/> < 300 m	1
<input type="radio"/> 10 bis < 40	<input type="radio"/> 5 bis < 15 min	<input type="radio"/> 300 m bis < 1 km	2
<input type="radio"/> 40 bis < 200	<input type="radio"/> 15 min bis < 1 Stunde	<input type="radio"/> 1 km bis < 4 km	4
<input type="radio"/> 200 bis < 500	<input type="radio"/> 1 Stunde bis < 2 Stunden	<input type="radio"/> 4 bis < 8 km	6
<input type="radio"/> 500 bis < 1000	<input type="radio"/> 2 Stunden bis < 4 Stunden	<input type="radio"/> 8 bis < 16 km	8
<input type="radio"/> ≥ 1000	<input type="radio"/> ≥ 4 Stunden	<input type="radio"/> ≥ 16 km	10
<b>Zeitwichtung:</b>			<b>1</b>
<b>2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen von Last, Haltung und Ausführungsbedingungen</b>			
Wirksame Last für Männer	Wirksame Last für Frauen		Lastwichtung
<input type="radio"/> < 10 kg	<input type="radio"/> < 5 kg		1
<input type="radio"/> 10 bis < 20 kg	<input type="radio"/> 5 bis < 10 kg		2
<input type="radio"/> 20 bis < 30 kg	<input type="radio"/> 10 bis < 15 kg		4
<input type="radio"/> 30 bis < 40 kg	<input type="radio"/> 15 bis < 25 kg		7
<input checked="" type="radio"/> ≥ 40 kg	<input type="radio"/> ≥ 25 kg		25
<b>Lastwichtung:</b>			<b>25</b>
Körperhaltung, Position der Last			Haltungswichtung
<input type="radio"/> 	- Oberkörper aufrecht, nicht verdreht - Last am Körper		1
<input type="radio"/> 	- geringes Vorneigen oder Verdrehen des Oberkörpers - Last am Körper oder körpernah		2
<input checked="" type="radio"/> 	- tiefes Beugen oder weites Vorneigen - geringe Vorneigung mit gleichzeitigem Verdrehen des Oberkörpers - Last körperfern der über Schulterhöhe		4
<input type="radio"/> 	- weites Vorneigen mit gleichzeitigem Verdrehen des Oberkörpers - Last körperfern - eingeschränkte Haltungsverstabilität beim Stehen		8
<b>Haltungswichtung:</b>			<b>4</b>
Ausführungsbedingungen			Ausf.-wichtung
<input type="radio"/>	Gute ergonomische Bedingungen, z.B. ausreichend Platz, keine Hindernisse im Arbeitsbereich, ebener rutschfester Boden, ausreichend beleuchtet, gute Griffbedingungen		0
<input checked="" type="radio"/>	Einschränkungen der Bewegungsfreiheit und ungünstige ergonomische Bedingungen (z.B. 1.: Bewegungsraum durch zu geringe Höhe oder durch eine Arbeitsfläche unter 1,5 m <sup>2</sup> eingeschränkt oder 2.: Standsicherheit durch unebenen, weichen Boden eingeschränkt)		1
<input type="radio"/>	Stark eingeschränkte Bewegungsfreiheit und/oder Instabilität des Lastschwerpunktes (z.B. Patiententransfer)		2
<b>Ausführungsbedingungswichtung:</b>			<b>1</b>
<b>3. Schritt: Bewertung</b>			
Lastwichtung	25		
Haltungswichtung	4		
Ausführungsbedingungswichtung	1		
Summe	30		
	<b>X</b>		
Zeitwichtung	1		
Punktwert	<b>30</b>		

Abbildung 143: LMM-Bogen der Nummer 233

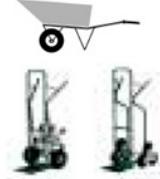
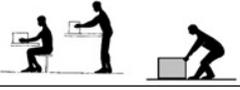
Beurteilung von Ziehen und Schieben anhand von Leitmerkmalen					
Bezeichnung:	234	Attribut:	Weg		
Nummer:	Gehäuse 4	LMM-Typ:	ZS		
Gesamtlänge:	87 m	LMM-Punktwert:	<b>40</b>		
<b>1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung (Nur eine zutreffende Spalte ist auszuwählen)</b>					
Ziehen und Schieben über kurze Distanzen oder häufiges Anhalten (Einzelweg bis 5 m)		Ziehen und Schieben über längere Distanzen (Einzelweg über 5 m)			
Anzahl am Arbeitstag		Gesamtweg am Arbeitstag			
<input type="radio"/>	< 10	<input type="radio"/>	< 300 m		
<input type="radio"/>	10 bis < 40	<input type="radio"/>	300 m bis < 1 km		
<input type="radio"/>	40 bis < 200	<input checked="" type="radio"/>	1 km bis < 4 km		
<input type="radio"/>	200 bis < 500	<input type="radio"/>	4 bis < 8 km		
<input type="radio"/>	500 bis < 1000	<input type="radio"/>	8 bis < 16 km		
<input type="radio"/>	≥ 1000	<input type="radio"/>	≥ 16 km		
<b>Zeitwichtung:</b>			<b>4</b>		
<b>Wichtung des Geschlechts</b>			Wichtung		
<input checked="" type="radio"/>	Männlich	<input type="radio"/>	Weiblich		
<b>Wichtung des Geschlechts:</b>			<b>1,0</b>		
<b>2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen von Last, Haltung und Ausführungsbedingungen</b>					
Gruppenfeld60					
Zu bewegende Masse (Lastgewicht)	<b>Flurförderzeug, Hilfsmittel</b>				
	Ohne, Last wird gerollt	Karren	Wagen, Roller, Trolleys ohne Bockrollen (nur Lenkrollen)	Gleiswagen, Handwagen, Handhubwagen, Rollenbahnen, Wagen m	Manipulatoren, Seilbalancer
Rollend					
< 50 kg	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5
50 bis < 100 kg	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1
100 bis < 200 kg	<input type="radio"/> 1,5	<input checked="" type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 1,5	<input type="radio"/> 2
200 bis < 300 kg	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 4
300 bis < 400 kg	<input type="radio"/> 3		<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 3	
400 bis < 600 kg	<input type="radio"/> 4		<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 4	
600 bis < 1000 kg	<input type="radio"/> 5			<input type="radio"/> 5	
≥ 1000 kg					
Gleitend					
< 10 kg	<input type="radio"/>	1			
10 bis < 25 kg	<input type="radio"/>	2			
25 bis < 50 kg	<input type="radio"/>	4			
≥ 50 kg					
<b>Wichtng der Masse/Lastmittel:</b>			<b>2</b>		

Abbildung 144: LMM-Bogen der Nummer 234 Teil 1

Positioniergenauigkeit	Bewegungsgeschwindigkeit	
	langsam 8 < 0,8 m/s	schnell (0,8 bis 1,3 m/s)
Gering - keine Vorgabe des Fahrweges - Last kann ausrollen oder wird an Anschlag gestoppt	○ 1	● 2
Hoch - Last ist exakt zu positionieren und anzuhalten - Fahrweg ist exakt einzuhalten - häufige Richtungsänderungen	○ 2	○ 4
<b>Wichtung der Positioniergenauigkeit/Bewegungsgeschwindigkeit:</b>		<b>2</b>
<b>Körperhaltung</b>		<b>Haltungswichtung</b>
○  Rumpf aufrecht, keine Verdrehung		1
●  Rumpf leicht vorgeneigt und oder leicht verdreht (einseitiges Ziehen)		2
○  Stärkere Neigung des Körpers in Bewegungsrichtung, Hocken, Knien, Bücken		4
○  Kombination von Bücken und Verdrehen		8
<b>Haltungswichtung:</b>		<b>2</b>
<b>Ausführungsbedingungen</b>		<b>Ausf.-wichtung</b>
○ <b>Gut:</b> → Fußboden oder andere Fläche eben, fest, glatt, trocken, → ohne Neigung, → keine Hindernisse im Bewegungsraum, → Rollen oder Räder leichtgängig, kein erkennbarer Verschleiss der Radlager		0
○ <b>Eingeschränkt:</b> → Fußboden verschmutzt, etwas uneben, weich, → geringe Neigung bis 2° → Hindernisse im Bewegungsraum, die umfahren werden müssen, → Rollen oder Räder verschmutzt, nicht mehr ganz leichtgängig, Lager ausgeschlagen		2
● <b>Schwierig:</b> → unbefestigter oder grob gepflasterter Fahrweg, Schlaglöcher, starke Verschmutzung, → Neigung 2 bis 5°, → Flurförderzeuge müssen beim Anfahren "losgerissen" werden → Rollen oder Räder verschmutzt, schwergängig		4
○ <b>Kompliziert:</b> → Stufen, Treppen, Absätze, → Neigungen > 5°, → Kombinationen der Merkmale von "Eingeschränkt" und "Schwierig"		8
<b>Ausführungsbedingungswichtung:</b>		<b>4</b>
<b>3. Schritt: Bewertung</b>		
	Wichtig der Masse/Lastmittel	2
	Wichtung der Positioniergenauigkeit/Bewegungsgeschwindigkeit	2
	Haltungswichtung	2
	Ausführungsbedingungswichtung	4
	<b>Summe</b>	<b>10</b>
		<b>X</b>
	Zeitwichtung	4
		<b>X</b>
	Wichtung des Geschlechts	1
	<b>Punktwert</b>	<b>40</b>

Abbildung 145: LMM-Bogen der Nummer 234 Teil 2

Beurteilung von Heben, Tragen, Halten anhand von Leitmerkmalen			
Nummer:	235	Attribut:	Weg
Bezeichnung:	Gehäuse 5	LMM-Typ:	HHT
Gesamtlänge aus Tab.:	18 m	LMM-Punktwert:	56
1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung (Nur eine zutreffende Spalte ist auszuwählen)			
Hebe- oder Umsetzvorgänge (< 5 s)	Halten (> 5 s)	Tragen (> 5 m)	Zeitwichtung
Anzahl am Arbeitstag	Gesamtdauer am Arbeitstag	Gesamtweg am Arbeitstag	
<input type="radio"/> < 10	<input type="radio"/> < 5 min	<input type="radio"/> < 300 m	1
<input type="radio"/> 10 bis < 40	<input type="radio"/> 5 bis < 15 min	<input checked="" type="radio"/> 300 m bis < 1 km	2
<input type="radio"/> 40 bis < 200	<input type="radio"/> 15 min bis < 1 Stunde	<input type="radio"/> 1 km bis < 4 km	4
<input type="radio"/> 200 bis < 500	<input type="radio"/> 1 Stunde bis < 2 Stunden	<input type="radio"/> 4 bis < 8 km	6
<input type="radio"/> 500 bis < 1000	<input type="radio"/> 2 Stunden bis < 4 Stunden	<input type="radio"/> 8 bis < 16 km	8
<input type="radio"/> ≥ 1000	<input type="radio"/> ≥ 4 Stunden	<input type="radio"/> ≥ 16 km	10
Zeitwichtung:			2
2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen von Last, Haltung und Ausführungsbedingungen			
Wirksame Last für Männer	Wirksame Last für Frauen		Lastwichtung
<input type="radio"/> < 10 kg	<input type="radio"/> < 5 kg		1
<input type="radio"/> 10 bis < 20 kg	<input type="radio"/> 5 bis < 10 kg		2
<input type="radio"/> 20 bis < 30 kg	<input type="radio"/> 10 bis < 15 kg		4
<input type="radio"/> 30 bis < 40 kg	<input type="radio"/> 15 bis < 25 kg		7
<input type="radio"/> ≥ 40 kg	<input checked="" type="radio"/> ≥ 25 kg		25
Lastwichtung:			25
Körperhaltung, Position der Last			Haltungswichtung
<input type="radio"/>		- Oberkörper aufrecht, nicht verdreht - Last am Körper	1
<input checked="" type="radio"/>		- geringes Vorneigen oder Verdrehen des Oberkörpers - Last am Körper oder körpernah	2
<input type="radio"/>		- tiefes Beugen oder weites Vorneigen - geringe Vorneigung mit gleichzeitigem Verdrehen des Oberkörpers - Last körperfern der über Schulterhöhe	4
<input type="radio"/>		- weites Vorneigen mit gleichzeitigem Verdrehen des Oberkörpers - Last körperfern - eingeschränkte Haltungsverstabilität beim Stehen	8
Haltungswichtung:			2
Ausführungsbedingungen			Ausf.-wichtung
<input type="radio"/>	Gute ergonomische Bedingungen, z.B. ausreichend Platz, keine Hindernisse im Arbeitsbereich, ebener rutschfester Boden, ausreichend beleuchtet, gute Griffbedingungen		0
<input checked="" type="radio"/>	Einschränkungen der Bewegungsfreiheit und ungünstige ergonomische Bedingungen (z.B. 1.: Bewegungsraum durch zu geringe Höhe oder durch eine Arbeitsfläche unter 1,5 m <sup>2</sup> eingeschränkt oder 2.: Standsicherheit durch unebenen, weichen Boden eingeschränkt)		1
<input type="radio"/>	Stark eingeschränkte Bewegungsfreiheit und/oder Instabilität des Lastschwerpunktes (z.B. Patiententransfer)		2
Ausführungsbedingungswichtung:			1
3. Schritt: Bewertung			
Lastwichtung	25		
Haltungswichtung	2		
Ausführungsbedingungswichtung	1		
Summe	28		
	X		
Zeitwichtung	2		
Punktwert	56		

Abbildung 146: LMM-Bogen der Nummer 235

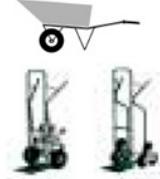
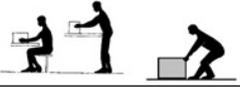
Beurteilung von Ziehen und Schieben anhand von Leitmerkmalen					
Bezeichnung:	236	Attribut:	Weg		
Nummer:	Gehäuse 6	LMM-Typ:	ZS		
Gesamtlänge:	89 m	LMM-Punktwert:	<b>40</b>		
<b>1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung (Nur eine zutreffende Spalte ist auszuwählen)</b>					
Ziehen und Schieben über kurze Distanzen oder häufiges Anhalten (Einzelweg bis 5 m)		Ziehen und Schieben über längere Distanzen (Einzelweg über 5 m)			
Anzahl am Arbeitstag		Gesamtweg am Arbeitstag			
<input type="radio"/>	< 10	<input type="radio"/>	< 300 m		
<input type="radio"/>	10 bis < 40	<input type="radio"/>	300 m bis < 1 km		
<input type="radio"/>	40 bis < 200	<input checked="" type="radio"/>	1 km bis < 4 km		
<input type="radio"/>	200 bis < 500	<input type="radio"/>	4 bis < 8 km		
<input type="radio"/>	500 bis < 1000	<input type="radio"/>	8 bis < 16 km		
<input type="radio"/>	≥ 1000	<input type="radio"/>	≥ 16 km		
<b>Zeitwichtung:</b>			<b>4</b>		
<b>Wichtung des Geschlechts</b>			Wichtung		
<input checked="" type="radio"/>	Männlich	<input type="radio"/>	Weiblich		
<b>Wichtung des Geschlechts:</b>			<b>1,0</b>		
<b>2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen von Last, Haltung und Ausführungsbedingungen</b>					
Gruppenfeld60					
Zu bewegende Masse (Lastgewicht)	<b>Flurförderzeug, Hilfsmittel</b>				
	Ohne, Last wird gerollt	Karren	Wagen, Roller, Trolleys ohne Bockrollen (nur Lenkrollen)	Gleiswagen, Handwagen, Handhubwagen, Rollenbahnen, Wagen m	Manipulatoren, Seilbalancer
Rollend					
< 50 kg	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5
50 bis < 100 kg	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1
100 bis < 200 kg	<input type="radio"/> 1,5	<input checked="" type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 1,5	<input type="radio"/> 2
200 bis < 300 kg	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 4
300 bis < 400 kg	<input type="radio"/> 3		<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 3	
400 bis < 600 kg	<input type="radio"/> 4		<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 4	
600 bis < 1000 kg	<input type="radio"/> 5			<input type="radio"/> 5	
≥ 1000 kg					
Gleitend					
< 10 kg	<input type="radio"/>	1			
10 bis < 25 kg	<input type="radio"/>	2			
25 bis < 50 kg	<input type="radio"/>	4			
≥ 50 kg					
<b>Wichtng der Masse/Lastmittel:</b>			<b>2</b>		

Abbildung 147: LMM-Bogen der Nummer 236 Teil 1

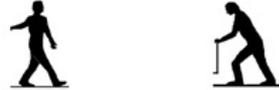
Positioniergenauigkeit	Bewegungsgeschwindigkeit	
	langsam 8 < 0,8 m/s	schnell (0,8 bis 1,3 m/s)
Gering - keine Vorgabe des Fahrweges - Last kann ausrollen oder wird an Anschlag gestoppt	○ 1	● 2
Hoch - Last ist exakt zu positionieren und anzuhalten - Fahrweg ist exakt einzuhalten - häufige Richtungsänderungen	○ 2	○ 4
<b>Wichtung der Positioniergenauigkeit/Bewegungsgeschwindigkeit:</b>		<b>2</b>
<b>Körperhaltung</b>		<b>Haltungswichtung</b>
○  Rumpf aufrecht, keine Verdrehung		1
●  Rumpf leicht vorgeneigt und oder leicht verdreht (einseitiges Ziehen)		2
○  Stärkere Neigung des Körpers in Bewegungsrichtung, Hocken, Knien, Bücken		4
○  Kombination von Bücken und Verdrehen		8
<b>Haltungswichtung:</b>		<b>2</b>
<b>Ausführungsbedingungen</b>		<b>Ausf.-wichtung</b>
○ <b>Gut:</b> → Fußboden oder andere Fläche eben, fest, glatt, trocken, → ohne Neigung, → keine Hindernisse im Bewegungsraum, → Rollen oder Räder leichtgängig, kein erkennbarer Verschleiss der Radlager		0
○ <b>Eingeschränkt:</b> → Fußboden verschmutzt, etwas uneben, weich, → geringe Neigung bis 2° → Hindernisse im Bewegungsraum, die umfahren werden müssen, → Rollen oder Räder verschmutzt, nicht mehr ganz leichtgängig, Lager ausgeschlagen		2
● <b>Schwierig:</b> → unbefestigter oder grob gepflasteter Fahrweg, Schlaglöcher, starke Verschmutzung, → Neigung 2 bis 5°, → Flurförderzeuge müssen beim Anfahren "losgerissen" werden → Rollen oder Räder verschmutzt, schwergängig		4
○ <b>Kompliziert:</b> → Stufen, Treppen, Absätze, → Neigungen > 5°, → Kombinationen der Merkmale von "Eingeschränkt" und "Schwierig"		8
<b>Ausführungsbedingungswichtung:</b>		<b>4</b>
<b>3. Schritt: Bewertung</b>		
	Wichtig der Masse/Lastmittel	2
	Wichtung der Positioniergenauigkeit/Bewegungsgeschwindigkeit	2
	Haltungswichtung	2
	Ausführungsbedingungswichtung	4
	<b>Summe</b>	<b>10</b>
		<b>X</b>
	Zeitwichtung	4
		<b>X</b>
	Wichtung des Geschlechts	1
	<b>Punktwert</b>	<b>40</b>

Abbildung 148: LMM-Bogen der Nummer 236 Teil 2

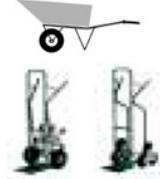
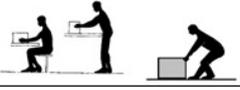
Beurteilung von Ziehen und Schieben anhand von Leitmerkmalen					
Bezeichnung:	237	Attribut:	Weg		
Nummer:	Gehäuse 7	LMM-Typ:	ZS		
Gesamtlänge:	65 m	LMM-Punktwert:	<b>40</b>		
1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung (Nur eine zutreffende Spalte ist auszuwählen)					
Ziehen und Schieben über kurze Distanzen oder häufiges Anhalten (Einzelweg bis 5 m)		Ziehen und Schieben über längere Distanzen (Einzelweg über 5 m)			
Anzahl am Arbeitstag		Gesamtweg am Arbeitstag			
<input type="radio"/>	< 10	<input type="radio"/>	< 300 m		
<input type="radio"/>	10 bis < 40	<input type="radio"/>	300 m bis < 1 km		
<input type="radio"/>	40 bis < 200	<input checked="" type="radio"/>	1 km bis < 4 km		
<input type="radio"/>	200 bis < 500	<input type="radio"/>	4 bis < 8 km		
<input type="radio"/>	500 bis < 1000	<input type="radio"/>	8 bis < 16 km		
<input type="radio"/>	≥ 1000	<input type="radio"/>	≥ 16 km		
<b>Zeitwichtung:</b>			<b>4</b>		
<b>Wichtung des Geschlechts</b>			Wichtung		
<input checked="" type="radio"/>	Männlich	<input type="radio"/>	Weiblich		
<b>Wichtung des Geschlechts:</b>			<b>1,0</b>		
2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen von Last, Haltung und Ausführungsbedingungen					
Gruppenfeld60					
Zu bewegende Masse (Lastgewicht)	<b>Flurförderzeug, Hilfsmittel</b>				
	Ohne, Last wird gerollt	Karren	Wagen, Roller, Trolleys ohne Bockrollen (nur Lenkrollen)	Gleiswagen, Handwagen, Handhubwagen, Rollenbahnen, Wagen m	Manipulatoren, Seilbalancer
Rollend					
< 50 kg	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5
50 bis < 100 kg	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1
100 bis < 200 kg	<input type="radio"/> 1,5	<input checked="" type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 1,5	<input type="radio"/> 2
200 bis < 300 kg	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 4
300 bis < 400 kg	<input type="radio"/> 3		<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 3	
400 bis < 600 kg	<input type="radio"/> 4		<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 4	
600 bis < 1000 kg	<input type="radio"/> 5			<input type="radio"/> 5	
≥ 1000 kg					
Gleitend					
< 10 kg	<input type="radio"/>	1			
10 bis < 25 kg	<input type="radio"/>	2			
25 bis < 50 kg	<input type="radio"/>	4			
≥ 50 kg					
<b>Wichtng der Masse/Lastmittel:</b>			<b>2</b>		

Abbildung 149: LMM-Bogen der Nummer 237 Teil 1

Positioniergenauigkeit	Bewegungsgeschwindigkeit	
	langsam 8 < 0,8 m/s	schnell (0,8 bis 1,3 m/s)
Gering - keine Vorgabe des Fahrweges - Last kann ausrollen oder wird an Anschlag gestoppt	○ 1	● 2
Hoch - Last ist exakt zu positionieren und anzuhalten - Fahrweg ist exakt einzuhalten - häufige Richtungsänderungen	○ 2	○ 4
<b>Wichtung der Positioniergenauigkeit/Bewegungsgeschwindigkeit:</b>		<b>2</b>
<b>Körperhaltung</b>		<b>Haltungswichtung</b>
○ 	Rumpf aufrecht, keine Verdrehung	1
● 	Rumpf leicht vorgeneigt und oder leicht verdreht (einseitiges Ziehen)	2
○ 	Stärkere Neigung des Körpers in Bewegungsrichtung, Hocken, Knien, Bücken	4
○ 	Kombnation von Bücken und Verdrehen	8
<b>Haltungswichtung:</b>		<b>2</b>
<b>Ausführungsbedingungen</b>		<b>Ausf.-wichtung</b>
○ Gut: → Fußboden oder andere Fläche eben, fest, glatt, trocken, → ohne Neigung, → keine Hindernisse im Bewegungsraum, → Rollen oder Räder leichtgängig, kein erkennbarer Verschleiss der Radlager		0
○ Eingeschränkt: → Fußboden verschmutzt, etwas uneben, weich, → geringe Neigung bis 2° → Hindernisse im Bewegungsraum, die umfahren werden müssen, → Rollen oder Räder verschmutzt, nicht mehr ganz leichtgängig, Lager ausgeschlagen		2
● Schwierig: → unbefestigter oder grob gepflasteter Fahrweg, Schlaglöcher, starke Verschmutzung, → Neigung 2 bis 5°, → Flurförderzeuge müssen beim Anfahren "losgerissen" werden → Rollen oder Räder verschmutzt, schwergängig		4
○ Kompliziert: → Stufen, Treppen, Absätze, → Neigungen > 5°, → Kombinationen der Merkmale von "Eingeschränkt" und "Schwierig"		8
<b>Ausführungsbedingungswichtung:</b>		<b>4</b>
<b>3. Schritt: Bewertung</b>		
	Wichtng der Masse/Lastmittel	2
	Wichtung der Positioniergenauigkeit/Bewegungsgeschwindigkeit	2
	Haltungswichtung	2
	Ausführungsbedingungswichtung	4
	<b>Summe</b>	<b>10</b>
		<b>X</b>
	Zeitwichtung	4
		<b>X</b>
	Wichtung des Geschlechts	1
	<b>Punktwert</b>	<b>40</b>

Abbildung 150: LMM-Bogen der Nummer 237 Teil 2

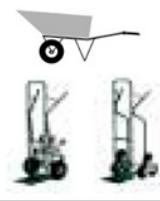
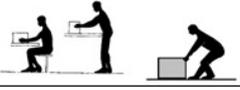
Beurteilung von Ziehen und Schieben anhand von Leitmerkmalen					
Bezeichnung:	261	Attribut:	Weg		
Nummer:	Kern 1	LMM-Typ:	ZS		
Gesamtlänge:	7 m	LMM-Punktwert:	9		
1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung (Nur eine zutreffende Spalte ist auszuwählen)					
Ziehen und Schieben über kurze Distanzen oder häufiges Anhalten (Einzelweg bis 5 m)		Ziehen und Schieben über längere Distanzen (Einzelweg über 5 m)			
Anzahl am Arbeitstag		Gesamtweg am Arbeitstag			
<input type="radio"/>	< 10	<input checked="" type="radio"/>	< 300 m		
<input type="radio"/>	10 bis < 40	<input type="radio"/>	300 m bis < 1 km		
<input type="radio"/>	40 bis < 200	<input type="radio"/>	1 km bis < 4 km		
<input type="radio"/>	200 bis < 500	<input type="radio"/>	4 bis < 8 km		
<input type="radio"/>	500 bis < 1000	<input type="radio"/>	8 bis < 16 km		
<input type="radio"/>	≥ 1000	<input type="radio"/>	≥ 16 km		
<b>Zeitwichtung:</b>			<b>1</b>		
<b>Wichtung des Geschlechts</b>			Wichtung		
<input checked="" type="radio"/>	Männlich	<input type="radio"/>	Weiblich		
<b>Wichtung des Geschlechts:</b>			<b>1,0</b>		
2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen von Last, Haltung und Ausführungsbedingungen					
Gruppenfeld60					
Zu bewegende Masse (Lastgewicht)	<b>Flurförderzeug, Hilfsmittel</b>				
	Ohne, Last wird gerollt	Karren	Wagen, Roller, Trolleys ohne Bockrollen (nur Lenkrollen)	Gleiswagen, Handwagen, Handhubwagen, Rollenbahnen, Wagen m	Manipulatoren, Seilbalancer
Rollend					
< 50 kg	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5
50 bis < 100 kg	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1
100 bis < 200 kg	<input type="radio"/> 1,5	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 1,5	<input type="radio"/> 2
200 bis < 300 kg	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 4
300 bis < 400 kg	<input type="radio"/> 3		<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 3	
400 bis < 600 kg	<input type="radio"/> 4		<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 4	
600 bis < 1000 kg	<input type="radio"/> 5			<input type="radio"/> 5	
≥ 1000 kg					
Gleitend					
< 10 kg	<input type="radio"/>	1			
10 bis < 25 kg	<input type="radio"/>	2			
25 bis < 50 kg	<input type="radio"/>	4			
≥ 50 kg					
<b>Wichtng der Masse/Lastmittel:</b>			<b>1</b>		

Abbildung 151: LMM-Bogen der Nummer 261 Teil 1

Positioniergenauigkeit	Bewegungsgeschwindigkeit	
	langsam 8 < 0,8 m/s	schnell (0,8 bis 1,3 m/s)
Gering - keine Vorgabe des Fahrweges - Last kann ausrollen oder wird an Anschlag gestoppt	○ 1	● 2
Hoch - Last ist exakt zu positionieren und anzuhalten - Fahrweg ist exakt einzuhalten - häufige Richtungsänderungen	○ 2	○ 4
<b>Wichtung der Positioniergenauigkeit/Bewegungsgeschwindigkeit:</b>		<b>2</b>
<b>Körperhaltung</b>		<b>Haltungswichtung</b>
○ 	Rumpf aufrecht, keine Verdrehung	1
● 	Rumpf leicht vorgeneigt und oder leicht verdreht (einseitiges Ziehen)	2
○ 	Stärkere Neigung des Körpers in Bewegungsrichtung, Hocken, Knien, Bücken	4
○ 	Kombnation von Bücken und Verdrehen	8
<b>Haltungswichtung:</b>		<b>2</b>
<b>Ausführungsbedingungen</b>		<b>Ausf.-wichtung</b>
○ Gut: → Fußboden oder andere Fläche eben, fest, glatt, trocken, → ohne Neigung, → keine Hindernisse im Bewegungsraum, → Rollen oder Räder leichtgängig, kein erkennbarer Verschleiss der Radlager		0
○ Eingeschränkt: → Fußboden verschmutzt, etwas uneben, weich, → geringe Neigung bis 2° → Hindernisse im Bewegungsraum, die umfahren werden müssen, → Rollen oder Räder verschmutzt, nicht mehr ganz leichtgängig, Lager ausgeschlagen		2
● Schwierig: → unbefestigter oder grob gepflasteter Fahrweg, Schlaglöcher, starke Verschmutzung, → Neigung 2 bis 5°, → Flurförderzeuge müssen beim Anfahren "losgerissen" werden → Rollen oder Räder verschmutzt, schwergängig		4
○ Kompliziert: → Stufen, Treppen, Absätze, → Neigungen > 5°, → Kombinationen der Merkmale von "Eingeschränkt" und "Schwierig"		8
<b>Ausführungsbedingungswichtung:</b>		<b>4</b>
<b>3. Schritt: Bewertung</b>		
	Wichtig der Masse/Lastmittel	1
	Wichtung der Positioniergenauigkeit/Bewegungsgeschwindigkeit	2
	Haltungswichtung	2
	Ausführungsbedingungswichtung	4
	<b>Summe</b>	<b>9</b>
		<b>X</b>
	Zeitwichtung	1
		<b>X</b>
	Wichtung des Geschlechts	1
	<b>Punktwert</b>	<b>9</b>

Abbildung 152: LMM-Bogen der Nummer 261 Teil 2

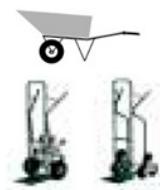
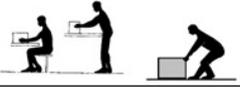
Beurteilung von Ziehen und Schieben anhand von Leitmerkmalen					
Bezeichnung:	262	Attribut:	Weg		
Nummer:	Kern 2	LMM-Typ:	ZS		
Gesamtlänge:	119 m	LMM-Punktwert:	<b>40</b>		
1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung (Nur eine zutreffende Spalte ist auszuwählen)					
Ziehen und Schieben über kurze Distanzen oder häufiges Anhalten (Einzelweg bis 5 m)		Ziehen und Schieben über längere Distanzen (Einzelweg über 5 m)			
Anzahl am Arbeitstag		Gesamtweg am Arbeitstag			
<input type="radio"/>	< 10	<input type="radio"/>	< 300 m		
<input type="radio"/>	10 bis < 40	<input type="radio"/>	300 m bis < 1 km		
<input type="radio"/>	40 bis < 200	<input checked="" type="radio"/>	1 km bis < 4 km		
<input type="radio"/>	200 bis < 500	<input type="radio"/>	4 bis < 8 km		
<input type="radio"/>	500 bis < 1000	<input type="radio"/>	8 bis < 16 km		
<input type="radio"/>	≥ 1000	<input type="radio"/>	≥ 16 km		
<b>Zeitwichtung:</b>			<b>4</b>		
<b>Wichtung des Geschlechts</b>			Wichtung		
<input checked="" type="radio"/>	Männlich	<input type="radio"/>	Weiblich		
<b>Wichtung des Geschlechts:</b>			<b>1,0</b>		
2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen von Last, Haltung und Ausführungsbedingungen					
Gruppenfeld60					
Zu bewegende Masse (Lastgewicht)	<b>Flurförderzeug, Hilfsmittel</b>				
	Ohne, Last wird gerollt	Karren	Wagen, Roller, Trolleys ohne Bockrollen (nur Lenkrollen)	Gleiswagen, Handwagen, Handhubwagen, Rollenbahnen, Wagen m	Manipulatoren, Seilbalancer
Rollend					
< 50 kg	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5
50 bis < 100 kg	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1
100 bis < 200 kg	<input type="radio"/> 1,5	<input checked="" type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 1,5	<input type="radio"/> 2
200 bis < 300 kg	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 4
300 bis < 400 kg	<input type="radio"/> 3		<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 3	
400 bis < 600 kg	<input type="radio"/> 4		<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 4	
600 bis < 1000 kg	<input type="radio"/> 5			<input type="radio"/> 5	
≥ 1000 kg					
Gleitend					
< 10 kg	<input type="radio"/>	1			
10 bis < 25 kg	<input type="radio"/>	2			
25 bis < 50 kg	<input type="radio"/>	4			
≥ 50 kg					
<b>Wichtng der Masse/Lastmittel:</b>			<b>2</b>		

Abbildung 153: LMM-Bogen der Nummer 262 Teil 1

Positioniergenauigkeit	Bewegungsgeschwindigkeit	
	langsam 8 < 0,8 m/s)	schnell (0,8 bis 1,3 m/s)
Gering - keine Vorgabe des Fahrweges - Last kann ausrollen oder wird an Anschlag gestoppt	<input type="radio"/> 1	<input checked="" type="radio"/> 2
Hoch - Last ist exakt zu positionieren und anzuhalten - Fahrweg ist exakt einzuhalten - häufige Richtungsänderungen	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 4
<b>Wichtung der Positioniergenauigkeit/Bewegungsgeschwindigkeit:</b>		<b>2</b>
<b>Körperhaltung</b>		<b>Haltungswichtung</b>
<input type="radio"/>  Rumpf aufrecht, keine Verdrehung		1
<input checked="" type="radio"/>  Rumpf leicht vorgeneigt und oder leicht verdreht (einseitiges Ziehen)		2
<input type="radio"/>  Stärkere Neigung des Körpers in Bewegungsrichtung, Hocken, Knien, Bücken		4
<input type="radio"/>  Kombination von Bücken und Verdrehen		8
<b>Haltungswichtung:</b>		<b>2</b>
<b>Ausführungsbedingungen</b>		<b>Ausf.-wichtung</b>
<input type="radio"/> <b>Gut:</b> → Fußboden oder andere Fläche eben, fest, glatt, trocken, → ohne Neigung, → keine Hindernisse im Bewegungsraum, → Rollen oder Räder leichtgängig, kein erkennbarer Verschleiss der Radlager		0
<input type="radio"/> <b>Eingeschränkt:</b> → Fußboden verschmutzt, etwas uneben, weich, → geringe Neigung bis 2° → Hindernisse im Bewegungsraum, die umfahren werden müssen, → Rollen oder Räder verschmutzt, nicht mehr ganz leichtgängig, Lager ausgeschlagen		2
<input checked="" type="radio"/> <b>Schwierig:</b> → unbefestigter oder grob gepflasteter Fahrweg, Schlaglöcher, starke Verschmutzung, → Neigung 2 bis 5°, → Flurförderzeuge müssen beim Anfahren "losgerissen" werden → Rollen oder Räder verschmutzt, schwergängig		4
<input type="radio"/> <b>Kompliziert:</b> → Stufen, Treppen, Absätze, → Neigungen > 5°, → Kombinationen der Merkmale von "Eingeschränkt" und "Schwierig"		8
<b>Ausführungsbedingungswichtung:</b>		<b>4</b>
<b>3. Schritt: Bewertung</b>		
	Wichtig der Masse/Lastmittel	2
	Wichtung der Positioniergenauigkeit/Bewegungsgeschwindigkeit	2
	Haltungswichtung	2
	Ausführungsbedingungswichtung	4
	<b>Summe</b>	<b>10</b>
		<b>X</b>
	Zeitwichtung	4
		<b>X</b>
	Wichtung des Geschlechts	1
	<b>Punktewert</b>	<b>40</b>

Abbildung 154: LMM-Bogen der Nummer 262 Teil 2

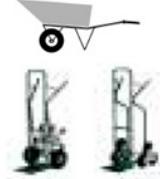
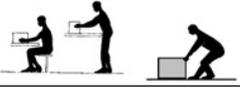
Beurteilung von Ziehen und Schieben anhand von Leitmerkmalen					
Bezeichnung:	263	Attribut:	Weg		
Nummer:	Kern 3	LMM-Typ:	ZS		
Gesamtlänge:	132 m	LMM-Punktwert:	<b>40</b>		
1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung (Nur eine zutreffende Spalte ist auszuwählen)					
Ziehen und Schieben über kurze Distanzen oder häufiges Anhalten (Einzelweg bis 5 m)		Ziehen und Schieben über längere Distanzen (Einzelweg über 5 m)			
Anzahl am Arbeitstag		Gesamtweg am Arbeitstag			
<input type="radio"/>	< 10	<input type="radio"/>	< 300 m		
<input type="radio"/>	10 bis < 40	<input type="radio"/>	300 m bis < 1 km		
<input type="radio"/>	40 bis < 200	<input checked="" type="radio"/>	1 km bis < 4 km		
<input type="radio"/>	200 bis < 500	<input type="radio"/>	4 bis < 8 km		
<input type="radio"/>	500 bis < 1000	<input type="radio"/>	8 bis < 16 km		
<input type="radio"/>	≥ 1000	<input type="radio"/>	≥ 16 km		
<b>Zeitwichtung:</b>			<b>4</b>		
<b>Wichtung des Geschlechts</b>			Wichtung		
<input checked="" type="radio"/>	Männlich	<input type="radio"/>	Weiblich		
<b>Wichtung des Geschlechts:</b>			<b>1,0</b>		
2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen von Last, Haltung und Ausführungsbedingungen					
Gruppenfeld60					
Zu bewegende Masse (Lastgewicht)	<b>Flurförderzeug, Hilfsmittel</b>				
	Ohne, Last wird gerollt	Karren	Wagen, Roller, Trolleys ohne Bockrollen (nur Lenkrollen)	Gleiswagen, Handwagen, Handhubwagen, Rollenbahnen, Wagen m	Manipulatoren, Seilbalancer
Rollend					
< 50 kg	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5
50 bis < 100 kg	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1
100 bis < 200 kg	<input type="radio"/> 1,5	<input checked="" type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 1,5	<input type="radio"/> 2
200 bis < 300 kg	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 4
300 bis < 400 kg	<input type="radio"/> 3		<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 3	
400 bis < 600 kg	<input type="radio"/> 4		<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 4	
600 bis < 1000 kg	<input type="radio"/> 5			<input type="radio"/> 5	
≥ 1000 kg					
Gleitend					
< 10 kg	<input type="radio"/>	1			
10 bis < 25 kg	<input type="radio"/>	2			
25 bis < 50 kg	<input type="radio"/>	4			
≥ 50 kg					
<b>Wichtng der Masse/Lastmittel:</b>			<b>2</b>		

Abbildung 155: LMM-Bogen der Nummer 263 Teil 1

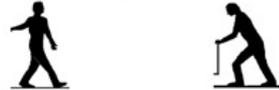
Positioniergenauigkeit	Bewegungsgeschwindigkeit	
	langsam 8 < 0,8 m/s	schnell (0,8 bis 1,3 m/s)
Gering - keine Vorgabe des Fahrweges - Last kann ausrollen oder wird an Anschlag gestoppt	<input type="radio"/> 1	<input checked="" type="radio"/> 2
Hoch - Last ist exakt zu positionieren und anzuhalten - Fahrweg ist exakt einzuhalten - häufige Richtungsänderungen	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 4
<b>Wichtung der Positioniergenauigkeit/Bewegungsgeschwindigkeit:</b>		<b>2</b>
<b>Körperhaltung</b>		<b>Haltungswichtung</b>
<input type="radio"/>  Rumpf aufrecht, keine Verdrehung		1
<input checked="" type="radio"/>  Rumpf leicht vorgeneigt und oder leicht verdreht (einseitiges Ziehen)		2
<input type="radio"/>  Stärkere Neigung des Körpers in Bewegungsrichtung, Hocken, Knien, Bücken		4
<input type="radio"/>  Kombination von Bücken und Verdrehen		8
<b>Haltungswichtung:</b>		<b>2</b>
<b>Ausführungsbedingungen</b>		<b>Ausf.-wichtung</b>
<input type="radio"/> <b>Gut:</b> → Fußboden oder andere Fläche eben, fest, glatt, trocken, → ohne Neigung, → keine Hindernisse im Bewegungsraum, → Rollen oder Räder leichtgängig, kein erkennbarer Verschleiss der Radlager		0
<input type="radio"/> <b>Eingeschränkt:</b> → Fußboden verschmutzt, etwas uneben, weich, → geringe Neigung bis 2° → Hindernisse im Bewegungsraum, die umfahren werden müssen, → Rollen oder Räder verschmutzt, nicht mehr ganz leichtgängig, Lager ausgeschlagen		2
<input checked="" type="radio"/> <b>Schwierig:</b> → unbefestigter oder grob gepflasteter Fahrweg, Schlaglöcher, starke Verschmutzung, → Neigung 2 bis 5°, → Flurförderzeuge müssen beim Anfahren "losgerissen" werden → Rollen oder Räder verschmutzt, schwergängig		4
<input type="radio"/> <b>Kompliziert:</b> → Stufen, Treppen, Absätze, → Neigungen > 5°, → Kombinationen der Merkmale von "Eingeschränkt" und "Schwierig"		8
<b>Ausführungsbedingungswichtung:</b>		<b>4</b>
<b>3. Schritt: Bewertung</b>		
	Wichtig der Masse/Lastmittel	2
	Wichtung der Positioniergenauigkeit/Bewegungsgeschwindigkeit	2
	Haltungswichtung	2
	Ausführungsbedingungswichtung	4
	<b>Summe</b>	<b>10</b>
		<b>X</b>
	Zeitwichtung	4
		<b>X</b>
	Wichtung des Geschlechts	1
	<b>Punktwert</b>	<b>40</b>

Abbildung 156: LMM-Bogen der Nummer 263 Teil 2

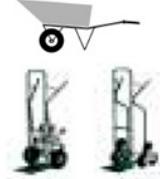
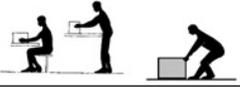
Beurteilung von Ziehen und Schieben anhand von Leitmerkmalen					
Bezeichnung:	264	Attribut:	Weg		
Nummer:	Kern 4	LMM-Typ:	ZS		
Gesamtlänge:	106 m	LMM-Punktwert:	<b>40</b>		
1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung (Nur eine zutreffende Spalte ist auszuwählen)					
Ziehen und Schieben über kurze Distanzen oder häufiges Anhalten (Einzelweg bis 5 m)		Ziehen und Schieben über längere Distanzen (Einzelweg über 5 m)			
Anzahl am Arbeitstag		Gesamtweg am Arbeitstag			
<input type="radio"/>	< 10	<input type="radio"/>	< 300 m		
<input type="radio"/>	10 bis < 40	<input type="radio"/>	300 m bis < 1 km		
<input type="radio"/>	40 bis < 200	<input checked="" type="radio"/>	1 km bis < 4 km		
<input type="radio"/>	200 bis < 500	<input type="radio"/>	4 bis < 8 km		
<input type="radio"/>	500 bis < 1000	<input type="radio"/>	8 bis < 16 km		
<input type="radio"/>	≥ 1000	<input type="radio"/>	≥ 16 km		
<b>Zeitwichtung:</b>			<b>4</b>		
<b>Wichtung des Geschlechts</b>			Wichtung		
<input checked="" type="radio"/>	Männlich	<input type="radio"/>	Weiblich		
<b>Wichtung des Geschlechts:</b>			<b>1,0</b>		
2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen von Last, Haltung und Ausführungsbedingungen					
Gruppenfeld60					
Zu bewegende Masse (Lastgewicht)	<b>Flurförderzeug, Hilfsmittel</b>				
	Ohne, Last wird gerollt	Karren	Wagen, Roller, Trolleys ohne Bockrollen (nur Lenkrollen)	Gleiswagen, Handwagen, Handhubwagen, Rollenbahnen, Wagen m	Manipulatoren, Seilbalancer
Rollend					
< 50 kg	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5
50 bis < 100 kg	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1
100 bis < 200 kg	<input type="radio"/> 1,5	<input checked="" type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 1,5	<input type="radio"/> 2
200 bis < 300 kg	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 4
300 bis < 400 kg	<input type="radio"/> 3		<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 3	
400 bis < 600 kg	<input type="radio"/> 4		<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 4	
600 bis < 1000 kg	<input type="radio"/> 5			<input type="radio"/> 5	
≥ 1000 kg					
Gleitend					
< 10 kg	<input type="radio"/>	1			
10 bis < 25 kg	<input type="radio"/>	2			
25 bis < 50 kg	<input type="radio"/>	4			
≥ 50 kg					
<b>Wichtng der Masse/Lastmittel:</b>			<b>2</b>		

Abbildung 157: LMM-Bogen der Nummer 264 Teil 1

Positioniergenauigkeit	Bewegungsgeschwindigkeit	
	langsam 8 < 0,8 m/s	schnell (0,8 bis 1,3 m/s)
Gering - keine Vorgabe des Fahrweges - Last kann ausrollen oder wird an Anschlag gestoppt	○ 1	● 2
Hoch - Last ist exakt zu positionieren und anzuhalten - Fahrweg ist exakt einzuhalten - häufige Richtungsänderungen	○ 2	○ 4
<b>Wichtung der Positioniergenauigkeit/Bewegungsgeschwindigkeit:</b>		<b>2</b>
Körperhaltung		Haltungswichtung
○ 	Rumpf aufrecht, keine Verdrehung	1
● 	Rumpf leicht vorgeneigt und oder leicht verdreht (einseitiges Ziehen)	2
○ 	Stärkere Neigung des Körpers in Bewegungsrichtung, Hocken, Knien, Bücken	4
○ 	Kombnation von Bücken und Verdrehen	8
<b>Haltungswichtung:</b>		<b>2</b>
Ausführungsbedingungen		Ausf.-wichtung
○ Gut: → Fußboden oder andere Fläche eben, fest, glatt, trocken, → ohne Neigung, → keine Hindernisse im Bewegungsraum, → Rollen oder Räder leichtgängig, kein erkennbarer Verschleiss der Radlager		0
○ Eingeschränkt: → Fußboden verschmutzt, etwas uneben, weich, → geringe Neigung bis 2° → Hindernisse im Bewegungsraum, die umfahren werden müssen, → Rollen oder Räder verschmutzt, nicht mehr ganz leichtgängig, Lager ausgeschlagen		2
● Schwierig: → unbefestigter oder grob gepflasteter Fahrweg, Schlaglöcher, starke Verschmutzung, → Neigung 2 bis 5°, → Flurförderzeuge müssen beim Anfahren "losgerissen" werden → Rollen ider Räder verschmutzt, schwergängig		4
○ Kompliziert: → Stufen, Treppen, Absätze, → Neigungen > 5°, → Kombinationen der Merkmale von "Eingeschränkt" und "Schwierig"		8
<b>Ausführungsbedingungswichtung:</b>		<b>4</b>
<b>3. Schritt: Bewertung</b>		
	Wichtng der Masse/Lastmittel	2
	Wichtung der Positioniergenauigkeit/Bewegungsgeschwindigkeit	2
	Haltungswichtung	2
	Ausführungsbedingungswichtung	4
	<b>Summe</b>	<b>10</b>
		<b>X</b>
	Zeitwichtung	4
		<b>X</b>
	Wichtung des Geschlechts	1
	<b>Punktwert</b>	<b>40</b>

Abbildung 158: LMM-Bogen der Nummer 264 Teil 2

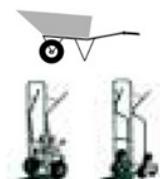
Beurteilung von Ziehen und Schieben anhand von Leitmerkmalen					
Bezeichnung:	265	Attribut:	Weg		
Nummer:	Kern 5	LMM-Typ:	ZS		
Gesamtlänge:	103 m	LMM-Punktwert:	<b>40</b>		
1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung (Nur eine zutreffende Spalte ist auszuwählen)					
Ziehen und Schieben über kurze Distanzen oder häufiges Anhalten (Einzelweg bis 5 m)		Ziehen und Schieben über längere Distanzen (Einzelweg über 5 m)			
Anzahl am Arbeitstag		Gesamtweg am Arbeitstag			
<input type="radio"/>	< 10	<input type="radio"/>	< 300 m		
<input type="radio"/>	10 bis < 40	<input type="radio"/>	300 m bis < 1 km		
<input type="radio"/>	40 bis < 200	<input checked="" type="radio"/>	1 km bis < 4 km		
<input type="radio"/>	200 bis < 500	<input type="radio"/>	4 bis < 8 km		
<input type="radio"/>	500 bis < 1000	<input type="radio"/>	8 bis < 16 km		
<input type="radio"/>	≥ 1000	<input type="radio"/>	≥ 16 km		
<b>Zeitwichtung:</b>			<b>4</b>		
<b>Wichtung des Geschlechts</b>			Wichtung		
<input checked="" type="radio"/>	Männlich	<input type="radio"/>	Weiblich		
<b>Wichtung des Geschlechts:</b>			<b>1,0</b>		
2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen von Last, Haltung und Ausführungsbedingungen					
Gruppenfeld60					
Zu bewegende Masse (Lastgewicht)	<b>Flurförderzeug, Hilfsmittel</b>				
	Ohne, Last wird gerollt	Karren	Wagen, Roller, Trolleys ohne Bockrollen (nur Lenkrollen)	Gleiswagen, Handwagen, Handhubwagen, Rollenbahnen, Wagen m	Manipulatoren, Seilbalancer
Rollend					
< 50 kg	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5
50 bis < 100 kg	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1
100 bis < 200 kg	<input type="radio"/> 1,5	<input checked="" type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 1,5	<input type="radio"/> 2
200 bis < 300 kg	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 4
300 bis < 400 kg	<input type="radio"/> 3		<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 3	
400 bis < 600 kg	<input type="radio"/> 4		<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 4	
600 bis < 1000 kg	<input type="radio"/> 5			<input type="radio"/> 5	
≥ 1000 kg					
Gleitend					
< 10 kg	<input type="radio"/>	1			
10 bis < 25 kg	<input type="radio"/>	2			
25 bis < 50 kg	<input type="radio"/>	4			
≥ 50 kg					
<b>Wichtng der Masse/Lastmittel:</b>			<b>2</b>		

Abbildung 159: LMM-Bogen der Nummer 265 Teil 1

Positioniergenauigkeit	Bewegungsgeschwindigkeit	
	langsam 8 < 0,8 m/s)	schnell (0,8 bis 1,3 m/s)
Gering - keine Vorgabe des Fahrweges - Last kann ausrollen oder wird an Anschlag gestoppt	<input type="radio"/> 1	<input checked="" type="radio"/> 2
Hoch - Last ist exakt zu positionieren und anzuhalten - Fahrweg ist exakt einzuhalten - häufige Richtungsänderungen	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 4
<b>Wichtung der Positioniergenauigkeit/Bewegungsgeschwindigkeit:</b>		<b>2</b>
<b>Körperhaltung</b>		<b>Haltungswichtung</b>
<input type="radio"/>  Rumpf aufrecht, keine Verdrehung		1
<input checked="" type="radio"/>  Rumpf leicht vorgeneigt und oder leicht verdreht (einseitiges Ziehen)		2
<input type="radio"/>  Stärkere Neigung des Körpers in Bewegungsrichtung, Hocken, Knien, Bücken		4
<input type="radio"/>  Kombination von Bücken und Verdrehen		8
<b>Haltungswichtung:</b>		<b>2</b>
<b>Ausführungsbedingungen</b>		<b>Ausf.-wichtung</b>
<input type="radio"/> <b>Gut:</b> → Fußboden oder andere Fläche eben, fest, glatt, trocken, → ohne Neigung, → keine Hindernisse im Bewegungsraum, → Rollen oder Räder leichtgängig, kein erkennbarer Verschleiss der Radlager		0
<input type="radio"/> <b>Eingeschränkt:</b> → Fußboden verschmutzt, etwas uneben, weich, → geringe Neigung bis 2° → Hindernisse im Bewegungsraum, die umfahren werden müssen, → Rollen oder Räder verschmutzt, nicht mehr ganz leichtgängig, Lager ausgeschlagen		2
<input checked="" type="radio"/> <b>Schwierig:</b> → unbefestigter oder grob gepflasteter Fahrweg, Schlaglöcher, starke Verschmutzung, → Neigung 2 bis 5°, → Flurförderzeuge müssen beim Anfahren "losgerissen" werden → Rollen oder Räder verschmutzt, schwergängig		4
<input type="radio"/> <b>Kompliziert:</b> → Stufen, Treppen, Absätze, → Neigungen > 5°, → Kombinationen der Merkmale von "Eingeschränkt" und "Schwierig"		8
<b>Ausführungsbedingungswichtung:</b>		<b>4</b>
<b>3. Schritt: Bewertung</b>		
	Wichtig der Masse/Lastmittel	2
	Wichtung der Positioniergenauigkeit/Bewegungsgeschwindigkeit	2
	Haltungswichtung	2
	Ausführungsbedingungswichtung	4
	<b>Summe</b>	<b>10</b>
		<b>X</b>
	Zeitwichtung	4
		<b>X</b>
	Wichtung des Geschlechts	1
	<b>Punktewert</b>	<b>40</b>

Abbildung 160: LMM-Bogen der Nummer 265 Teil 2

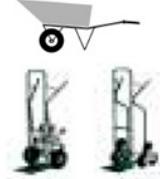
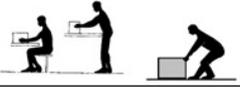
Beurteilung von Ziehen und Schieben anhand von Leitmerkmalen					
Bezeichnung:	266	Attribut:	Weg		
Nummer:	Kern 6	LMM-Typ:	ZS		
Gesamtlänge:	76 m	LMM-Punktwert:	<b>40</b>		
<b>1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung (Nur eine zutreffende Spalte ist auszuwählen)</b>					
Ziehen und Schieben über kurze Distanzen oder häufiges Anhalten (Einzelweg bis 5 m)		Ziehen und Schieben über längere Distanzen (Einzelweg über 5 m)			
Anzahl am Arbeitstag		Gesamtweg am Arbeitstag			
<input type="radio"/>	< 10	<input type="radio"/>	< 300 m		
<input type="radio"/>	10 bis < 40	<input type="radio"/>	300 m bis < 1 km		
<input type="radio"/>	40 bis < 200	<input checked="" type="radio"/>	1 km bis < 4 km		
<input type="radio"/>	200 bis < 500	<input type="radio"/>	4 bis < 8 km		
<input type="radio"/>	500 bis < 1000	<input type="radio"/>	8 bis < 16 km		
<input type="radio"/>	≥ 1000	<input type="radio"/>	≥ 16 km		
<b>Zeitwichtung:</b>			<b>4</b>		
<b>Wichtung des Geschlechts</b>			<b>Wichtung</b>		
<input checked="" type="radio"/>	Männlich	<input type="radio"/>	Weiblich		
<b>Wichtung des Geschlechts:</b>			<b>1,0</b>		
<b>2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen von Last, Haltung und Ausführungsbedingungen</b>					
Gruppenfeld60					
Zu bewegende Masse (Lastgewicht)	<b>Flurförderzeug, Hilfsmittel</b>				
	Ohne, Last wird gerollt	Karren	Wagen, Roller, Trolleys ohne Bockrollen (nur Lenkrollen)	Gleiswagen, Handwagen, Handhubwagen, Rollenbahnen, Wagen m	Manipulatoren, Seilbalancer
Rollend					
< 50 kg	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5
50 bis < 100 kg	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1
100 bis < 200 kg	<input type="radio"/> 1,5	<input checked="" type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 1,5	<input type="radio"/> 2
200 bis < 300 kg	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 4
300 bis < 400 kg	<input type="radio"/> 3		<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 3	
400 bis < 600 kg	<input type="radio"/> 4		<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 4	
600 bis < 1000 kg	<input type="radio"/> 5			<input type="radio"/> 5	
≥ 1000 kg					
Gleitend					
< 10 kg	<input type="radio"/>	1			
10 bis < 25 kg	<input type="radio"/>	2			
25 bis < 50 kg	<input type="radio"/>	4			
≥ 50 kg					
<b>Wichtng der Masse/Lastmittel:</b>			<b>2</b>		

Abbildung 161: LMM-Bogen der Nummer 266 Teil 1

Positioniergenauigkeit	Bewegungsgeschwindigkeit	
	langsam 8 < 0,8 m/s)	schnell (0,8 bis 1,3 m/s)
Gering - keine Vorgabe des Fahrweges - Last kann ausrollen oder wird an Anschlag gestoppt	<input type="radio"/> 1	<input checked="" type="radio"/> 2
Hoch - Last ist exakt zu positionieren und anzuhalten - Fahrweg ist exakt einzuhalten - häufige Richtungsänderungen	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 4
<b>Wichtung der Positioniergenauigkeit/Bewegungsgeschwindigkeit:</b>		<b>2</b>
<b>Körperhaltung</b>		<b>Haltungswichtung</b>
<input type="radio"/>  Rumpf aufrecht, keine Verdrehung		1
<input checked="" type="radio"/>  Rumpf leicht vorgeneigt und oder leicht verdreht (einseitiges Ziehen)		2
<input type="radio"/>  Stärkere Neigung des Körpers in Bewegungsrichtung, Hocken, Knien, Bücken		4
<input type="radio"/>  Kombination von Bücken und Verdrehen		8
<b>Haltungswichtung:</b>		<b>2</b>
<b>Ausführungsbedingungen</b>		<b>Ausf.-wichtung</b>
<input type="radio"/> <b>Gut:</b> → Fußboden oder andere Fläche eben, fest, glatt, trocken, → ohne Neigung, → keine Hindernisse im Bewegungsraum, → Rollen oder Räder leichtgängig, kein erkennbarer Verschleiss der Radlager		0
<input type="radio"/> <b>Eingeschränkt:</b> → Fußboden verschmutzt, etwas uneben, weich, → geringe Neigung bis 2° → Hindernisse im Bewegungsraum, die umfahren werden müssen, → Rollen oder Räder verschmutzt, nicht mehr ganz leichtgängig, Lager ausgeschlagen		2
<input checked="" type="radio"/> <b>Schwierig:</b> → unbefestigter oder grob gepflasteter Fahrweg, Schlaglöcher, starke Verschmutzung, → Neigung 2 bis 5°, → Flurförderzeuge müssen beim Anfahren "losgerissen" werden → Rollen oder Räder verschmutzt, schwergängig		4
<input type="radio"/> <b>Kompliziert:</b> → Stufen, Treppen, Absätze, → Neigungen > 5°, → Kombinationen der Merkmale von "Eingeschränkt" und "Schwierig"		8
<b>Ausführungsbedingungswichtung:</b>		<b>4</b>
<b>3. Schritt: Bewertung</b>		
	Wichtig der Masse/Lastmittel	2
	Wichtung der Positioniergenauigkeit/Bewegungsgeschwindigkeit	2
	Haltungswichtung	2
	Ausführungsbedingungswichtung	4
	<b>Summe</b>	<b>10</b>
		<b>X</b>
	Zeitwichtung	4
		<b>X</b>
	Wichtung des Geschlechts	1
	<b>Punktewert</b>	<b>40</b>

Abbildung 162: LMM-Bogen der Nummer 266 Teil 2

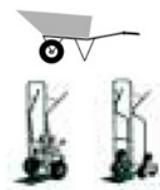
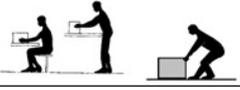
Beurteilung von Ziehen und Schieben anhand von Leitmerkmalen					
Bezeichnung:	267	Attribut:	Weg		
Nummer:	Kern 7	LMM-Typ:	ZS		
Gesamtlänge:	140 m	LMM-Punktwert:	<b>40</b>		
1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung (Nur eine zutreffende Spalte ist auszuwählen)					
Ziehen und Schieben über kurze Distanzen oder häufiges Anhalten (Einzelweg bis 5 m)		Ziehen und Schieben über längere Distanzen (Einzelweg über 5 m)			
Anzahl am Arbeitstag		Gesamtweg am Arbeitstag			
<input type="radio"/>	< 10	<input type="radio"/>	< 300 m		
<input type="radio"/>	10 bis < 40	<input type="radio"/>	300 m bis < 1 km		
<input type="radio"/>	40 bis < 200	<input checked="" type="radio"/>	1 km bis < 4 km		
<input type="radio"/>	200 bis < 500	<input type="radio"/>	4 bis < 8 km		
<input type="radio"/>	500 bis < 1000	<input type="radio"/>	8 bis < 16 km		
<input type="radio"/>	≥ 1000	<input type="radio"/>	≥ 16 km		
<b>Zeitwichtung:</b>			<b>4</b>		
<b>Wichtung des Geschlechts</b>			Wichtung		
<input checked="" type="radio"/>	Männlich	<input type="radio"/>	Weiblich		
<b>Wichtung des Geschlechts:</b>			<b>1,0</b>		
2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen von Last, Haltung und Ausführungsbedingungen					
Gruppenfeld60					
Zu bewegende Masse (Lastgewicht)	<b>Flurförderzeug, Hilfsmittel</b>				
	Ohne, Last wird gerollt	Karren	Wagen, Roller, Trolleys ohne Bockrollen (nur Lenkrollen)	Gleiswagen, Handwagen, Handhubwagen, Rollenbahnen, Wagen m	Manipulatoren, Seilbalancer
Rollend					
< 50 kg	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5
50 bis < 100 kg	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1
100 bis < 200 kg	<input type="radio"/> 1,5	<input checked="" type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 1,5	<input type="radio"/> 2
200 bis < 300 kg	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 4
300 bis < 400 kg	<input type="radio"/> 3		<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 3	
400 bis < 600 kg	<input type="radio"/> 4		<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 4	
600 bis < 1000 kg	<input type="radio"/> 5			<input type="radio"/> 5	
≥ 1000 kg					
Gleitend					
< 10 kg	<input type="radio"/>	1			
10 bis < 25 kg	<input type="radio"/>	2			
25 bis < 50 kg	<input type="radio"/>	4			
≥ 50 kg					
<b>Wichtng der Masse/Lastmittel:</b>			<b>2</b>		

Abbildung 163: LMM-Bogen der Nummer 267 Teil 1

Positioniergenauigkeit	Bewegungsgeschwindigkeit	
	langsam 8 < 0,8 m/s	schnell (0,8 bis 1,3 m/s)
Gering - keine Vorgabe des Fahrweges - Last kann ausrollen oder wird an Anschlag gestoppt	<input type="radio"/> 1	<input checked="" type="radio"/> 2
Hoch - Last ist exakt zu positionieren und anzuhalten - Fahrweg ist exakt einzuhalten - häufige Richtungsänderungen	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 4
<b>Wichtung der Positioniergenauigkeit/Bewegungsgeschwindigkeit:</b>		<b>2</b>
<b>Körperhaltung</b>		<b>Haltungswichtung</b>
<input type="radio"/> 	Rumpf aufrecht, keine Verdrehung	1
<input checked="" type="radio"/> 	Rumpf leicht vorgeneigt und oder leicht verdreht (einseitiges Ziehen)	2
<input type="radio"/> 	Stärkere Neigung des Körpers in Bewegungsrichtung, Hocken, Knien, Bücken	4
<input type="radio"/> 	Kombnation von Bücken und Verdrehen	8
<b>Haltungswichtung:</b>		<b>2</b>
<b>Ausführungsbedingungen</b>		<b>Ausf.-wichtung</b>
<input type="radio"/> <b>Gut:</b> → Fußboden oder andere Fläche eben, fest, glatt, trocken, → ohne Neigung, → keine Hindernisse im Bewegungsraum, → Rollen oder Räder leichtgängig, kein erkennbarer Verschleiss der Radlager		0
<input type="radio"/> <b>Eingeschränkt:</b> → Fußboden verschmutzt, etwas uneben, weich, → geringe Neigung bis 2° → Hindernisse im Bewegungsraum, die umfahren werden müssen, → Rollen oder Räder verschmutzt, nicht mehr ganz leichtgängig, Lager ausgeschlagen		2
<input checked="" type="radio"/> <b>Schwierig:</b> → unbefestigter oder grob gepflasteter Fahrweg, Schlaglöcher, starke Verschmutzung, → Neigung 2 bis 5°, → Flurförderzeuge müssen beim Anfahren "losgerissen" werden → Rollen oder Räder verschmutzt, schwergängig		4
<input type="radio"/> <b>Kompliziert:</b> → Stufen, Treppen, Absätze, → Neigungen > 5°, → Kombinationen der Merkmale von "Eingeschränkt" und "Schwierig"		8
<b>Ausführungsbedingungs-wichtung:</b>		<b>4</b>
<b>3. Schritt: Bewertung</b>		
	Wichtig der Masse/Lastmittel	2
	Wichtung der Positioniergenauigkeit/Bewegungsgeschwindigkeit	2
	Haltungswichtung	2
	Ausführungsbedingungs-wichtung	4
	<b>Summe</b>	<b>10</b>
		<b>X</b>
	Zeitwichtung	4
		<b>X</b>
	Wichtung des Geschlechts	1
	<b>Punktewert</b>	<b>40</b>

Abbildung 164: LMM-Bogen der Nummer 267 Teil 2

Beurteilung von Heben, Tragen, Halten anhand von Leitmerkmalen			
Nummer:	268	Attribut:	Weg
Bezeichnung:	Kern 8	LMM-Typ:	HHT
Gesamtlänge aus Tab.:	14 m	LMM-Punktwert:	60
1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung (Nur eine zutreffende Spalte ist auszuwählen)			
Hebe- oder Umsetzvorgänge (< 5 s)	Halten (> 5 s)	Tragen (> 5 m)	
Anzahl am Arbeitstag	Gesamtdauer am Arbeitstag	Gesamtweg am Arbeitstag	Zeitwichtung
<input type="radio"/> < 10	<input type="radio"/> < 5 min	<input type="radio"/> < 300 m	1
<input type="radio"/> 10 bis < 40	<input type="radio"/> 5 bis < 15 min	<input checked="" type="radio"/> 300 m bis < 1 km	2
<input type="radio"/> 40 bis < 200	<input type="radio"/> 15 min bis < 1 Stunde	<input type="radio"/> 1 km bis < 4 km	4
<input type="radio"/> 200 bis < 500	<input type="radio"/> 1 Stunde bis < 2 Stunden	<input type="radio"/> 4 bis < 8 km	6
<input type="radio"/> 500 bis < 1000	<input type="radio"/> 2 Stunden bis < 4 Stunden	<input type="radio"/> 8 bis < 16 km	8
<input type="radio"/> ≥ 1000	<input type="radio"/> ≥ 4 Stunden	<input type="radio"/> ≥ 16 km	10
<b>Zeitwichtung:</b>			2
2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen von Last, Haltung und Ausführungsbedingungen			
Wirksame Last für Männer	Wirksame Last für Frauen		Lastwichtung
<input type="radio"/> < 10 kg	<input type="radio"/> < 5 kg		1
<input type="radio"/> 10 bis < 20 kg	<input type="radio"/> 5 bis < 10 kg		2
<input type="radio"/> 20 bis < 30 kg	<input type="radio"/> 10 bis < 15 kg		4
<input type="radio"/> 30 bis < 40 kg	<input type="radio"/> 15 bis < 25 kg		7
<input type="radio"/> ≥ 40 kg	<input checked="" type="radio"/> ≥ 25 kg		25
<b>Lastwichtung:</b>			25
Körperhaltung, Position der Last			Haltungswichtung
<input type="radio"/>		- Oberkörper aufrecht, nicht verdreht - Last am Körper	1
<input type="radio"/>		- geringes Vorneigen oder Verdrehen des Oberkörpers - Last am Körper oder körpernah	2
<input checked="" type="radio"/>		- tiefes Beugen oder weites Vorneigen - geringe Vorneigung mit gleichzeitigem Verdrehen des	4
<input type="radio"/>		- weites Vorneigen mit gleichzeitigem Verdrehen des Oberkörpers - Last körperfern	8
<b>Haltungswichtung:</b>			4
Ausführungsbedingungen			Ausf.-wichtung
<input type="radio"/>	Gute ergonomische Bedingungen, z.B. ausreichend Platz, keine Einschränkungen der		0
<input checked="" type="radio"/>	Bewegungsfreiheit und ungünstige ergonomische Stark eingeschränkte		1
<input type="radio"/>	Bewegungsfreiheit und/oder Instabilität des		2
<b>Ausführungsbedingungswichtung:</b>			1
3. Schritt: Bewertung			
Lastwichtung	25		
Haltungswichtung	4		
Ausführungsbedingungswichtung	1		
Summe	30		
	X		
Zeitwichtung	2		
Punktwert	60		

Abbildung 165: LMM-Bogen der Nummer 268

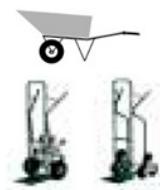
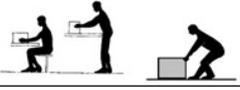
Beurteilung von Ziehen und Schieben anhand von Leitmerkmalen					
Bezeichnung:	269	Attribut:	Weg		
Nummer:	Kern 9	LMM-Typ:	ZS		
Gesamtlänge:	154 m	LMM-Punktwert:	<b>40</b>		
<b>1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung (Nur eine zutreffende Spalte ist auszuwählen)</b>					
Ziehen und Schieben über kurze Distanzen oder häufiges Anhalten (Einzelweg bis 5 m)		Ziehen und Schieben über längere Distanzen (Einzelweg über 5 m)			
Anzahl am Arbeitstag		Gesamtweg am Arbeitstag			
<input type="radio"/>	< 10	<input type="radio"/>	< 300 m		
<input type="radio"/>	10 bis < 40	<input type="radio"/>	300 m bis < 1 km		
<input type="radio"/>	40 bis < 200	<input checked="" type="radio"/>	1 km bis < 4 km		
<input type="radio"/>	200 bis < 500	<input type="radio"/>	4 bis < 8 km		
<input type="radio"/>	500 bis < 1000	<input type="radio"/>	8 bis < 16 km		
<input type="radio"/>	≥ 1000	<input type="radio"/>	≥ 16 km		
<b>Zeitwichtung:</b>			<b>4</b>		
<b>Wichtung des Geschlechts</b>			Wichtung		
<input checked="" type="radio"/>	Männlich	<input type="radio"/>	Weiblich		
<b>Wichtung des Geschlechts:</b>			<b>1,0</b>		
<b>2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen von Last, Haltung und Ausführungsbedingungen</b>					
Gruppenfeld60					
Zu bewegende Masse (Lastgewicht)	<b>Flurförderzeug, Hilfsmittel</b>				
	Ohne, Last wird gerollt	Karren	Wagen, Roller, Trolleys ohne Bockrollen (nur Lenkrollen)	Gleiswagen, Handwagen, Handhubwagen, Rollenbahnen, Wagen m	Manipulatoren, Seilbalancer
Rollend					
< 50 kg	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5
50 bis < 100 kg	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1
100 bis < 200 kg	<input type="radio"/> 1,5	<input checked="" type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 1,5	<input type="radio"/> 2
200 bis < 300 kg	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 4
300 bis < 400 kg	<input type="radio"/> 3		<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 3	
400 bis < 600 kg	<input type="radio"/> 4		<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 4	
600 bis < 1000 kg	<input type="radio"/> 5			<input type="radio"/> 5	
≥ 1000 kg					
Gleitend					
< 10 kg	<input type="radio"/>	1			
10 bis < 25 kg	<input type="radio"/>	2			
25 bis < 50 kg	<input type="radio"/>	4			
≥ 50 kg					
<b>Wichtng der Masse/Lastmittel:</b>			<b>2</b>		

Abbildung 166: LMM-Bogen der Nummer 269 Teil 1

Positioniergenauigkeit	Bewegungsgeschwindigkeit	
	langsam 8 < 0,8 m/s	schnell (0,8 bis 1,3 m/s)
Gering - keine Vorgabe des Fahrweges - Last kann ausrollen oder wird an Anschlag gestoppt	○ 1	● 2
Hoch - Last ist exakt zu positionieren und anzuhalten - Fahrweg ist exakt einzuhalten - häufige Richtungsänderungen	○ 2	○ 4
<b>Wichtung der Positioniergenauigkeit/Bewegungsgeschwindigkeit:</b>		<b>2</b>
<b>Körperhaltung</b>		<b>Haltungswichtung</b>
○  Rumpf aufrecht, keine Verdrehung		1
●  Rumpf leicht vorgeneigt und oder leicht verdreht (einseitiges Ziehen)		2
○  Stärkere Neigung des Körpers in Bewegungsrichtung, Hocken, Knien, Bücken		4
○  Kombination von Bücken und Verdrehen		8
<b>Haltungswichtung:</b>		<b>2</b>
<b>Ausführungsbedingungen</b>		<b>Ausf.-wichtung</b>
○ <b>Gut:</b> → Fußboden oder andere Fläche eben, fest, glatt, trocken, → ohne Neigung, → keine Hindernisse im Bewegungsraum, → Rollen oder Räder leichtgängig, kein erkennbarer Verschleiss der Radlager		0
○ <b>Eingeschränkt:</b> → Fußboden verschmutzt, etwas uneben, weich, → geringe Neigung bis 2° → Hindernisse im Bewegungsraum, die umfahren werden müssen, → Rollen oder Räder verschmutzt, nicht mehr ganz leichtgängig, Lager ausgeschlagen		2
● <b>Schwierig:</b> → unbefestigter oder grob gepflasterter Fahrweg, Schlaglöcher, starke Verschmutzung, → Neigung 2 bis 5°, → Flurförderzeuge müssen beim Anfahren "losgerissen" werden → Rollen oder Räder verschmutzt, schwergängig		4
○ <b>Kompliziert:</b> → Stufen, Treppen, Absätze, → Neigungen > 5°, → Kombinationen der Merkmale von "Eingeschränkt" und "Schwierig"		8
<b>Ausführungsbedingungswichtung:</b>		<b>4</b>
<b>3. Schritt: Bewertung</b>		
	Wichtig der Masse/Lastmittel	2
	Wichtung der Positioniergenauigkeit/Bewegungsgeschwindigkeit	2
	Haltungswichtung	2
	Ausführungsbedingungswichtung	4
	<b>Summe</b>	<b>10</b>
		<b>X</b>
	Zeitwichtung	4
		<b>X</b>
	Wichtung des Geschlechts	1
	<b>Punktwert</b>	<b>40</b>

Abbildung 167: LMM-Bogen der Nummer 269 Teil 2

Beurteilung von Heben, Tragen, Halten anhand von Leitmerkmalen			
Nummer:	270	Attribut:	Weg
Bezeichnung:	Kern 10	LMM-Typ:	HHT
Gesamtlänge aus Tab.:	4 m	LMM-Punktwert:	<b>28</b>
<b>1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung</b> (Nur eine zutreffende Spalte ist auszuwählen)			
Hebe- oder Umsetzvorgänge (< 5 s)	Halten (> 5 s)	Tragen (> 5 m)	
Anzahl am Arbeitstag	Gesamtdauer am Arbeitstag	Gesamtweg am Arbeitstag	Zeitwichtung
<input type="radio"/> < 10	<input type="radio"/> < 5 min	<input checked="" type="radio"/> < 300 m	1
<input type="radio"/> 10 bis < 40	<input type="radio"/> 5 bis < 15 min	<input type="radio"/> 300 m bis < 1 km	2
<input type="radio"/> 40 bis < 200	<input type="radio"/> 15 min bis < 1 Stunde	<input type="radio"/> 1 km bis < 4 km	4
<input type="radio"/> 200 bis < 500	<input type="radio"/> 1 Stunde bis < 2 Stunden	<input type="radio"/> 4 bis < 8 km	6
<input type="radio"/> 500 bis < 1000	<input type="radio"/> 2 Stunden bis < 4 Stunden	<input type="radio"/> 8 bis < 16 km	8
<input type="radio"/> ≥ 1000	<input type="radio"/> ≥ 4 Stunden	<input type="radio"/> ≥ 16 km	10
<b>Zeitwichtung:</b>			<b>1</b>
<b>2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen von Last, Haltung und Ausführungsbedingungen</b>			
Wirksame Last für Männer	Wirksame Last für Frauen		Lastwichtung
<input type="radio"/> < 10 kg	<input type="radio"/> < 5 kg		1
<input type="radio"/> 10 bis < 20 kg	<input type="radio"/> 5 bis < 10 kg		2
<input type="radio"/> 20 bis < 30 kg	<input type="radio"/> 10 bis < 15 kg		4
<input type="radio"/> 30 bis < 40 kg	<input type="radio"/> 15 bis < 25 kg		7
<input type="radio"/> ≥ 40 kg	<input checked="" type="radio"/> ≥ 25 kg		25
<b>Lastwichtung:</b>			<b>25</b>
Körperhaltung, Position der Last			Haltungswichtung
<input type="radio"/>		- Oberkörper aufrecht, nicht verdreht - Last am Körper	1
<input checked="" type="radio"/>		- geringes Vorneigen oder Verdrehen des Oberkörpers - Last am Körper oder körpernah	2
<input type="radio"/>		- tiefes Beugen oder weites Vorneigen - geringe Vorneigung mit gleichzeitigem Verdrehen des Oberkörpers - Last körperfern der über Schulterhöhe	4
<input type="radio"/>		- weites Vorneigen mit gleichzeitigem Verdrehen des Oberkörpers - Last körperfern - eingeschränkte Haltungsverstabilität beim Stehen	8
<b>Haltungswichtung:</b>			<b>2</b>
Ausführungsbedingungen			Ausf.-wichtung
<input type="radio"/>	Gute ergonomische Bedingungen, z.B. ausreichend Platz, keine Hindernisse im Arbeitsbereich, ebener rutschfester Boden, ausreichend beleuchtet, gute Griffbedingungen		0
<input checked="" type="radio"/>	Einschränkungen der Bewegungsfreiheit und ungünstige ergonomische Bedingungen (z.B. 1.: Bewegungsraum durch zu geringe Höhe oder durch eine Arbeitsfläche unter 1,5 m <sup>2</sup> eingeschränkt oder 2.: Standsicherheit durch unebenen, weichen Boden eingeschränkt)		1
<input type="radio"/>	Stark eingeschränkte Bewegungsfreiheit und/oder Instabilität des Lastschwerpunktes (z.B. Patiententransfer)		2
<b>Ausführungsbedingungs-wichtung:</b>			<b>1</b>
<b>3. Schritt: Bewertung</b>			
Lastwichtung	25		
Haltungswichtung	2		
Ausführungsbedingungs-wichtung	1		
Summe	28		
	<b>X</b>		
Zeitwichtung	1		
Punktwert	<b>28</b>		

Abbildung 168: LMM-Bogen der Nummer 270

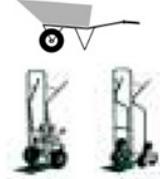
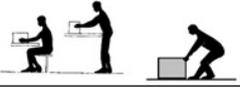
Beurteilung von Ziehen und Schieben anhand von Leitmerkmalen					
Bezeichnung:	271	Attribut:	Weg		
Nummer:	Kern 11	LMM-Typ:	ZS		
Gesamtlänge:	50 m	LMM-Punktwert:	<b>40</b>		
1. Schritt: Bestimmung der Zeitwichtung (Nur eine zutreffende Spalte ist auszuwählen)					
Ziehen und Schieben über kurze Distanzen oder häufiges Anhalten (Einzelweg bis 5 m)		Ziehen und Schieben über längere Distanzen (Einzelweg über 5 m)			
Anzahl am Arbeitstag		Gesamtweg am Arbeitstag			
<input type="radio"/>	< 10	<input type="radio"/>	< 300 m		
<input type="radio"/>	10 bis < 40	<input type="radio"/>	300 m bis < 1 km		
<input type="radio"/>	40 bis < 200	<input checked="" type="radio"/>	1 km bis < 4 km		
<input type="radio"/>	200 bis < 500	<input type="radio"/>	4 bis < 8 km		
<input type="radio"/>	500 bis < 1000	<input type="radio"/>	8 bis < 16 km		
<input type="radio"/>	≥ 1000	<input type="radio"/>	≥ 16 km		
Zeitwichtung:			<b>4</b>		
Wichtung des Geschlechts			Wichtung		
<input checked="" type="radio"/>	Männlich	<input type="radio"/>	Weiblich		
Wichtung des Geschlechts:			<b>1,0</b>		
2. Schritt: Bestimmung der Wichtungen von Last, Haltung und Ausführungsbedingungen					
Gruppenfeld60					
Zu bewegende Masse (Lastgewicht)	Flurförderzeug, Hilfsmittel				
	Ohne, Last wird gerollt	Karren	Wagen, Roller, Trolleys ohne Bockrollen (nur Lenkrollen)	Gleiswagen, Handwagen, Handhubwagen, Rollenbahnen, Wagen m	Manipulatoren, Seilbalancer
Rollend					
< 50 kg	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 0,5
50 bis < 100 kg	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1
100 bis < 200 kg	<input type="radio"/> 1,5	<input checked="" type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 1,5	<input type="radio"/> 2
200 bis < 300 kg	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 4
300 bis < 400 kg	<input type="radio"/> 3		<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 3	
400 bis < 600 kg	<input type="radio"/> 4		<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 4	
600 bis < 1000 kg	<input type="radio"/> 5			<input type="radio"/> 5	
≥ 1000 kg					
Gleitend					
< 10 kg	<input type="radio"/>	1			
10 bis < 25 kg	<input type="radio"/>	2			
25 bis < 50 kg	<input type="radio"/>	4			
≥ 50 kg					
Wichtng der Masse/Lastmittel:				<b>2</b>	

Abbildung 169: LMM-Bogen der Nummer 271 Teil 1

Positioniergenauigkeit	Bewegungsgeschwindigkeit	
	langsam 8 < 0,8 m/s)	schnell (0,8 bis 1,3 m/s)
Gering - keine Vorgabe des Fahrweges - Last kann ausrollen oder wird an Anschlag gestoppt	<input type="radio"/> 1	<input checked="" type="radio"/> 2
Hoch - Last ist exakt zu positionieren und anzuhalten - Fahrweg ist exakt einzuhalten - häufige Richtungsänderungen	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 4
<b>Wichtung der Positioniergenauigkeit/Bewegungsgeschwindigkeit:</b>		<b>2</b>
<b>Körperhaltung</b>		<b>Haltungswichtung</b>
<input type="radio"/>  Rumpf aufrecht, keine Verdrehung		1
<input checked="" type="radio"/>  Rumpf leicht vorgeneigt und oder leicht verdreht (einseitiges Ziehen)		2
<input type="radio"/>  Stärkere Neigung des Körpers in Bewegungsrichtung, Hocken, Knien, Bücken		4
<input type="radio"/>  Kombination von Bücken und Verdrehen		8
<b>Haltungswichtung:</b>		<b>2</b>
<b>Ausführungsbedingungen</b>		<b>Ausf.-wichtung</b>
<input type="radio"/> <b>Gut:</b> → Fußboden oder andere Fläche eben, fest, glatt, trocken, → ohne Neigung, → keine Hindernisse im Bewegungsraum, → Rollen oder Räder leichtgängig, kein erkennbarer Verschleiss der Radlager		0
<input type="radio"/> <b>Eingeschränkt:</b> → Fußboden verschmutzt, etwas uneben, weich, → geringe Neigung bis 2° → Hindernisse im Bewegungsraum, die umfahren werden müssen, → Rollen oder Räder verschmutzt, nicht mehr ganz leichtgängig, Lager ausgeschlagen		2
<input checked="" type="radio"/> <b>Schwierig:</b> → unbefestigter oder grob gepflasteter Fahrweg, Schlaglöcher, starke Verschmutzung, → Neigung 2 bis 5°, → Flurförderzeuge müssen beim Anfahren "losgerissen" werden → Rollen oder Räder verschmutzt, schwergängig		4
<input type="radio"/> <b>Kompliziert:</b> → Stufen, Treppen, Absätze, → Neigungen > 5°, → Kombinationen der Merkmale von "Eingeschränkt" und "Schwierig"		8
<b>Ausführungsbedingungswichtung:</b>		<b>4</b>
<b>3. Schritt: Bewertung</b>		
	Wichtig der Masse/Lastmittel	2
	Wichtung der Positioniergenauigkeit/Bewegungsgeschwindigkeit	2
	Haltungswichtung	2
	Ausführungsbedingungswichtung	4
	<b>Summe</b>	<b>10</b>
		<b>X</b>
	Zeitwichtung	4
		<b>X</b>
	Wichtung des Geschlechts	1
	<b>Punktewert</b>	<b>40</b>

Abbildung 170: LMM-Bogen der Nummer 271 Teil 2

## 7 Literaturverzeichnis

**Adenauer, S.** (2015). *Leistungsfähigkeit im Betrieb: Kompendium für den Betriebspraktiker zur Bewältigung des demografischen Wandels*. (Institut für Angewandte Arbeitswissenschaft, Hrsg.). Berlin ;Heidelberg: Springer Vieweg.

**Aggteleky, B.** (1970). *Fabrikplanung : optimale Projektierung, Planung und Ausführung von Industrieanlagen* (1. Aufl.). München: Hanser.

**Aggteleky, B.** (1973). *Systemtechnik in der Fabrikplanung*. München: Hanser.

**Aggteleky, B.** (1987). *Fabrikplanung: Werksentwicklung und Betriebsrationalisierung. Bd. 1: Grundlagen - Zielplanung - Vorarbeiten: unternehmerische und systemtechnische Aspekte ; Marketing und Fabrikplanung* (2., durchges. Aufl. der Neuausg.). München u.a: Hanser.

**Aggteleky, B.** (1990a). *Fabrikplanung: Werksentwicklung und Betriebsrationalisierung. Bd. 2: Betriebsanalyse und Feasibility-Studie, technisch-wirtschaftliche Optimierung von Anlagen und Bauten* (2., vollst. überarb. u. erw. Aufl.). München: Hanser.

**Aggteleky, B.** (1990b). *Fabrikplanung: Werksentwicklung und Betriebsrationalisierung. Bd. 3: Ausführungsplanung und Projektmanagement: Planungstechnik in der Realisierungsphase* (Neuausg.). München u.a: Hanser.

**Bogatzki, A.** (1998). *Fabrikplanung: Verfahren zur Optimierung der Maschinenaufstellung*. Regensburg: Roderer.

**Bokranz, R., & Landau, K.** (2012a). *Handbuch Industrial Engineering: Produktivitätsmanagement mit MTM. Bd. 1: Konzept* (2. Aufl., Bd. 1). Stuttgart: Schäffer-Poeschel.

**Bokranz, R., & Landau, K.** (2012b). *Handbuch Industrial Engineering: Produktivitätsmanagement mit MTM. Bd. 2: Anwendung* (2., überarb. und erw. Aufl, Bd. 2). Stuttgart: Schäffer-Poeschel.

**Bullinger, H.-J.** (1994). *Ergonomie*. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag.

**Bullinger, H.-J.** (Hrsg.). (1995). *Arbeitsgestaltung Personalorientierte Gestaltung marktgerechter Arbeitssysteme*. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag.

**Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA)** (Hrsg.). (2012). Leitmerkmalmethode zur Erfassung von Belastungen bei manuellen Arbeitsprozessen - Kurzanleitung. Abgerufen von [http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Physische-Belastung/pdf/LMM-Manuelle-Arbeit.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=9](http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Physische-Belastung/pdf/LMM-Manuelle-Arbeit.pdf?__blob=publicationFile&v=9)

**Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), & Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (LASI)** (Hrsg.). (2001). Leitmerkalmethode zur Beurteilung von Heben, Halten, Tragen. Abgerufen von [http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Physische-Belastung/pdf/LMM-Heben-Halten-Tragen.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Physische-Belastung/pdf/LMM-Heben-Halten-Tragen.pdf?__blob=publicationFile&v=3)

**Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), & Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (LASI)** (Hrsg.). (2002). Leitmerkalmethode zur Beurteilung von Ziehen, Schieben. Abgerufen von [http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Physische-Belastung/pdf/LMM-Ziehen-Schieben.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Physische-Belastung/pdf/LMM-Ziehen-Schieben.pdf?__blob=publicationFile&v=3)

**DIN EN 614-1.** (2009). *Sicherheit von Maschinen – Ergonomische Gestaltungsgrundsätze – Teil 1: Begriffe und allgemeine Leitsätze*. Berlin.

**Dolezalek, C. M., Warnecke, H.-J., & Dangelmaier, W.** (1981). *Planung von Fabrikanlagen* (2., neubearb. und erw. Aufl). Berlin: Springer.

**Felix, H.** (1998). *Unternehmens- und Fabrikplanung: Planungsprozesse, Leistungen und Beziehungen* (1. Aufl). München: Hanser.

**Fröhlich, J.** (2013). *Fabrikplanung - Grundlagen, Ablauf, Methoden und Hilfsmittel: Lehrbuch für das Bachelorstudium an Berufsakademien und dualen Hochschulen*. Berlin: Logos-Verl.

**Geiser, G.** (1997). Informationstechnische Arbeitsgestaltung. In H. Luczak & W. Volpert (Hrsg.), *Handbuch Arbeitswissenschaft* (S. 589–594). Stuttgart: Schäffer-Poeschel.

**Grundig, C.-G.** (2000). *Fabrikplanung: Planungssystematik, Methoden, Anwendungen*. München: Hanser.

**Grundig, C.-G.** (2013). *Fabrikplanung: Planungssystematik, Methoden, Anwendungen* (4., aktualisierte Aufl). München: Hanser.

**Gutenberg, E.** (1958). *Einführung in die Betriebswirtschaftslehre*. Wiesbaden: Gabler Verlag.

**Gutenberg, E.** (1971). *Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre: Die Produktion* (24. unveränderte, Bd. 1). Berlin, Heidelberg, New York: Springer.

**Hacker, W.** (2005). *Allgemeine Arbeitspsychologie: psychische Regulation von Wissens-, Denk- und körperlicher Arbeit* (2., vollst. überarb. und erg. Aufl). Bern: Huber.

**Helbing, K. W., Mund, H., & Reichel, M.** (2010). *Handbuch Fabrikprojektierung: mit 331 Tabellen*. Berlin: Springer.

**Hertting-Thomasius, R.** (1997). Antropometrische und physiologische Arbeitsgestaltung. In H. Luczak & W. Volpert (Hrsg.), *Handbuch Arbeitswissenschaft* (S. 584–589). Stuttgart: Schäffer-Poeschel.

- Jenik, P.** (1972). Maschinen menschlich konstruiert. *Maschinenmarkt - Industriejournal*, 78(5).
- Jenner, R.-D., & Berger, G.** (1986). *Arbeitsplatzgestaltung und Körpermasse: Gestaltungsmethoden, Konstruktionshinweise, Beispiele*. Köln: Verl. TÜV Rheinland.
- Jürgens, W.-W., Mohr, D., Pangert, R., Pernack, E.-F., Schultz, K., & Steinberg, U.** (2001). *Handlungsanleitung zur Beurteilung der Arbeitsbedingungen beim Heben und Tragen von Lasten*. (Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (LASI), Hrsg.).
- Jürgens, W.-W., Mohr, D., Pangert, R., Pernack, E.-F., Schultz, K., & Steinberg, U.** (2002). *Handlungsanleitung zur Beurteilung der Arbeitsbedingungen beim Ziehen und Schieben von Lasten*. (Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (LASI), Hrsg.).
- Kauf, F.** (2013). Kostenmanagement. In J. Feldhusen & K.-H. Grote (Hrsg.), *Pahl/Beitz Konstruktionslehre: Methoden und Anwendung erfolgreicher Produktentwicklung* (8., vollst. überarb. Aufl, S. 124–152). Berlin: Springer Vieweg.
- Kettner, H., Schmidt, J., & Greim, H.-R.** (1984). *Leitfaden der systematischen Fabrikplanung: mit zahlreichen Checklisten*. München: Hanser.
- Kirchner, J.-H.** (1972). *Arbeitswissenschaftlicher Beitrag zur Automatisierung; Analyse und Synthese von Arbeitssystemen*. Berlin [u.a.]: Beuth.
- Kirchner, J.-H.** (1983). Analyse von Arbeitssystemen. In W. Rohmert & J. Rutenfranz (Hrsg.), *Praktische Arbeitsphysiologie: 24 Tabellen* (3., neubearb. Aufl, S. 399–403). Stuttgart: Thieme.
- Kirchner, J.-H.** (1997). Arbeitssystem-Konzept. In H. Luczak & W. Volpert (Hrsg.), *Handbuch Arbeitswissenschaft* (S. 606–608). Stuttgart: Schäffer-Poeschel.
- Kirchner, J.-H.** (2007). Arbeitssystem. In K. Landau (Hrsg.), *Lexikon Arbeitsgestaltung : best practice im Arbeitsprozeß* (1. Aufl., S. 193–194). Stuttgart: Gentner.
- Kugler, M., Bierwirth, M., Schaub, K., Sinn-Behrendt, A., Feith, A., Ghezel-Ahmadi, K., & Bruder, R.** (2010). *KoBRA – Kooperationsprogramm zu normativem Management von Belastungen und Risiken bei körperlicher Arbeit: Ergonomie in der Industrie – aber wie? Handlungshilfe für den schrittweisen Aufbau eines einfachen Ergonomiemanagements*. (Institut für Arbeitswissenschaft der TU Darmstadt (IAD), Hrsg.). Berlin: Bundesanst. für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.
- Kuhlang, P., Finsterbusch, T., & Weber, T.** (2016). Perspektiven zur Gestaltung menschlicher Arbeit im Industrial Engineering. In H. Biedermann (Hrsg.), *Industrial Engineering und Management*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.

- Kytir, J.** (2009). *Demografische Entwicklung* (Hochaltrigkeit in Österreich). Wien: Bundesministerium für Arbeit, Soziales und Konsumentenschutz. Abgerufen von [http://www.sozialministerium.at/cms/site/attachments/8/5/7/CH2233/CMS1218112881779/hochaltrigen\\_kleine\\_datei.pdf](http://www.sozialministerium.at/cms/site/attachments/8/5/7/CH2233/CMS1218112881779/hochaltrigen_kleine_datei.pdf)
- Landau, K.** (2007). Arbeitswissenschaft. In K. Landau (Hrsg.), *Lexikon Arbeitsgestaltung : best practice im Arbeitsprozeß* (1. Aufl., S. 210–212). Stuttgart: Gentner.
- Lange, W., & Windel, A.** (2006). *Kleine ergonomische Datensammlung* (11., aktualisierte Aufl.). Köln: TÜV-Media.
- Laurig, W.** (1992). *Grundzüge der Ergonomie: Erkenntnisse und Prinzipien* (4. Aufl.). Berlin: Beuth.
- Laurig, W.** (1997). Ergonomie. In H. Luczak & W. Volpert (Hrsg.), *Handbuch Arbeitswissenschaft* (S. 125–129). Stuttgart: Schäffer-Poeschel.
- Lechner, K., Egger, A., & Schauer, R.** (2013). *Einführung in die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre* (26., überarb. Aufl.). Wien: Linde.
- Lotter, B., Hartung, J., & Wiendahl, H.-P.** (2012). Alterneutrale Montagegestaltung. In B. Lotter & H.-P. Wiendahl (Hrsg.), *Montage in der industriellen Produktion* (2. Auflage, S. 419–442). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Luczak, H.** (1983). Informationstechnische Arbeitsgestaltung. In W. Rohmert & J. Rutenfranz (Hrsg.), *Praktische Arbeitsphysiologie: 24 Tabellen* (3., neubearb. Aufl., S. 321–355). Stuttgart: Thieme.
- Luczak, H.** (1997). Kerndefinition und Systematiken der Arbeitswissenschaft. In H. Luczak & W. Volpert (Hrsg.), *Handbuch Arbeitswissenschaft* (S. 11–19). Stuttgart: Schäffer-Poeschel.
- Luczak, H., & Gesellschaft für Arbeitswissenschaft** (Hrsg.). (1989). *Arbeitswissenschaft: Kerndefinition, Gegenstandskatalog, Forschungsgebiete ; Bericht an den Vorstand der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft und die Stiftung Volkswagenwerk* (3. Aufl.). Eschborn: RKW-Verl. [u.a.].
- Luczak, H., & Rohmert, W.** (1997). Belastungs-Beanspruchungs-Konzepte. In H. Luczak & W. Volpert (Hrsg.), *Handbuch Arbeitswissenschaft* (S. 326–332). Stuttgart: Schäffer-Poeschel.
- Luczak, H., & Volpert, W.** (Hrsg.). (1997). *Handbuch Arbeitswissenschaft*. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.
- Martin, H.** (1994). *Grundlagen der menschengerechten Arbeitsgestaltung: Handbuch für die betriebliche Praxis* (Neuauf.). Köln: Bund-Verl.
- Meierlohr, C.** (2003). *Konzept zur rechnergestützten Integration von Produktions- und Gebäudeplanung in der Fabrikgestaltung*. München: H. Utz.

- Morschhäuser, M.** (Hrsg.). (2002). *Gesund bis zur Rente: Konzepte gesundheits- und altersgerechter Arbeits- und Personalpolitik*. Stuttgart: Fraunhofer-IRB-Verl.
- Nagarajah, A.** (2013). Methodisches Klären und Präzisieren der Aufgabenstellung. In J. Feldhusen & K.-H. Grote (Hrsg.), *Pahl/Beitz Konstruktionslehre: Methoden und Anwendung erfolgreicher Produktentwicklung* (8., vollst. überarb. Aufl, S. 319–341). Berlin: Springer Vieweg.
- Pawellek, G.** (2014). *Ganzheitliche Fabrikplanung: Grundlagen, Vorgehensweise, EDV-Unterstützung* (2. Aufl). Berlin: Springer Vieweg.
- REFA Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation.** (1985). *Methodenlehre der Planung und Steuerung* (4. Auflage). München: Hanser.
- Resch, M.** (1997). Arbeit als zentraler Lebensbereich. In H. Luczak & W. Volpert (Hrsg.), *Handbuch Arbeitswissenschaft* (S. 229–233). Stuttgart: Schäffer-Poeschel.
- Rimser, M.** (2014). *Generation Resource Management*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Rockstroh, W.** (1980). *Technologische Betriebsprojektierung: Grundlagen und Methoden der Projektierung* (2. Auflage, Bd. 1). Berlin: Technik.
- Rohmert, W.** (1983a). Formen menschlicher Arbeit. In W. Rohmert & J. Rutenfranz (Hrsg.), *Praktische Arbeitsphysiologie: 24 Tabellen* (3., neubearb. Aufl, S. 5–29). Stuttgart: Thieme.
- Rohmert, W.** (1983b). Möglichkeiten und Grenzen menschengerechter Arbeitsgestaltung durch Ergonomie. In E. Gaugler, W. Goedecke, H. König, W. Günther, & R. Wildenmann (Hrsg.), *Menschengerechte Gestaltung der Arbeit* (S. 39–76). Mannheim: Bibliographisches Institut.
- Rohmert, W.** (1993). Grundlagen der technischen Arbeitsgestaltung. In H. Schmidtke (Hrsg.), *Ergonomie* (3., neubearb. und erw. Aufl, S. 493–502). München: Hanser.
- Rutenfranz, J.** (1983). Leistungsfähigkeit und Leistungsbereitschaft. In W. Rohmert & J. Rutenfranz (Hrsg.), *Praktische Arbeitsphysiologie: 24 Tabellen* (3., neubearb. Aufl, S. 99–104). Stuttgart: Thieme.
- Schaub, K., Caragnano, G., Fischer, H., Schosnig, R., Britzke, B., & Bruder, R.** (2009). Integration of new ergonomic evaluation tools into MTMergonomics. In Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), *Bericht zum 55. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 4.-6.3.2009 an der TU Dortmund* (S. 245–248). Dortmund.

- Schaub, K., & Ghezel-Ahmadi, K.** (2007). Vom AAWS zum EAWS - ein erweitertes Screening-Verfahren für körperliche Belastungen. In Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.), *Bericht zum 53. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 28.2.-2.3.2007 an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg* (S. 601–604). Dortmund.
- Schenk, M., Wirth, S., & Müller, E.** (2014). *Fabrikplanung und Fabrikbetrieb: Methoden für die wandlungsfähige, vernetzte und ressourceneffiziente Fabrik* (2., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage). Berlin ;Heidelberg: Springer-Vieweg.
- Schlick, C., Bruder, R., & Luczak, H.** (Hrsg.). (2010). *Arbeitswissenschaft* (3., vollst. überarb. und erw. Aufl.). Berlin: Springer.
- Schmidtke, H.** (1993a). Arbeitsplatzgestaltung. In H. Schmidtke (Hrsg.), *Ergonomie* (3., neubearb. und erw. Aufl, S. 502–520). München: Hanser.
- Schmidtke, H.** (1993b). Der Leistungsbegriff in der Ergonomie. In H. Schmidtke (Hrsg.), *Ergonomie* (3., neubearb. und erw. Aufl, S. 110–116). München: Hanser.
- Schmidtke, H., & Bubb, H.** (1993). Das Belastungs-Beanspruchungs-Konzept. In H. Schmidtke (Hrsg.), *Ergonomie* (3., neubearb. und erw. Aufl, S. 116–120). München: Hanser.
- Schmidtke, H., & Rühmann, H.** (1993). Betriebsmittelgestaltung. In H. Schmidtke (Hrsg.), *Ergonomie* (3., neubearb. und erw. Aufl, S. 521–554). München: Hanser.
- Schmigalla, H.** (1995). *Fabrikplanung: Begriffe und Zusammenhänge* (1. Aufl). München: Hanser.
- Schuh, G., Gottschalk, S., Lösch, F., & Wesch, C.** (2007). Fabrikplanung im Gegenstromverfahren. *wt werkstattstechnik online*, 97(4), 195–199.
- Schulte, H.** (2009). Fabrikplanung organisieren und durchführen. *maschinenbau - Das Schweizer Industriemagazin*, (Jahreshauptausgabe 2009), 88–90.
- Sihn, W., Sunk, A., Nemeth, T., Kuhlmann, P., & Matyas, K.** (2016). *Produktion und Qualität: Organisation, Management, Prozesse*. München: Hanser.
- Simon, H., & von der Gathen, A.** (2010). *Das große Handbuch der Strategieinstrumente – Werkzeuge für eine erfolgreiche Unternehmensführung*. Frankfurt/New York: Campus Verlag.
- Sommer, D.** (1986). Industriebau. In *Bauforum* (Bd. 114). Wien.
- STATISTIK AUSTRIA** (Hrsg.). (2013). Bevölkerungsstand 1.1.2013. Abgerufen von [http://www.statistik-austria.at/web\\_de/statistiken/menschen\\_und\\_gesellschaft/bevoelkerung/bevoelkerungsstruktur/bevoelkerung\\_nach\\_alter\\_geschlecht/index.html](http://www.statistik-austria.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/bevoelkerung/bevoelkerungsstruktur/bevoelkerung_nach_alter_geschlecht/index.html)

- Thommen, J.-P., & Achleitner, A.-K.** (2009). *Allgemeine Betriebswirtschaftslehre: Umfassende Einführung aus managementorientierter Sicht* (6., überarb. u. erw. Aufl.). Wiesbaden: Gabler.
- Ulich, E.** (2005). *Arbeitspsychologie* (6., überarb. und erw. Aufl.). Zürich: Vdf Hochschulverl.
- VDI-Richtlinie 3300.** (1959, November). Materialflussuntersuchungen.
- Verband für Arbeitsgestaltung, B. und U., & Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation** (Hrsg.). (1991a). *Methodenlehre der Betriebsorganisation. Arbeitsgestaltung in der Produktion* (1. Aufl.). München: Hanser.
- Verband für Arbeitsgestaltung, B. und U., & Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation** (Hrsg.). (1991b). *Methodenlehre der Betriebsorganisation. Grundlagen der Arbeitsgestaltung* (1. Aufl.). München: Hanser.
- Verein Deutscher Ingenieure** (Hrsg.). (1980). *Handbuch der Arbeitsgestaltung und Arbeitsorganisation*. Düsseldorf: VDI-Verlag.
- Verein Deutscher Ingenieure** (Hrsg.). (2011). VDI 5200 Blatt 1 - Fabrikplanung - Planungsvorgehen. Beuth Verlag GmbH.
- Warnecke, H.-J.** (1993). *Der Produktionsbetrieb. 1: Organisation, Produkt, Planung* (2. Aufl.). Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verl.
- Wiendahl, H.-P.** (1996). Grundlagen der Fabrikplanung. In W. Eversheim, G. Schuh, & Akademischer Verein Hütte (Hrsg.), *Hütte: Produktion und Management; Betriebshütte. Teil 2* (7., völlig neu bearb. Aufl, S. 9\_1–9\_30). Berlin: Springer.
- Wiendahl, H. P.** (1999). *Gestaltung von Produktionssystemen*. (W. Eversheim & G. Schuh, Hrsg.). Berlin: Springer.
- Wiendahl, H. P., & Hernández, R.** (2002). Fabrikplanung im Blickpunkt. *wt Werkstattstechnik online*, 92(4), 133–138.

## 8 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Methodische Vorgehensweise .....	5
Abbildung 2: Fabrikplanung als Teil der Unternehmensplanung.....	8
Abbildung 3: Begriffliche Abgrenzung der Fabrikplanung .....	9
Abbildung 4: Rahmenbedingungen und Zielfelder der Fabrikplanung .....	11
Abbildung 5: Vorgehensweisen klassischer Fabrikplanungsansätze .....	13
Abbildung 6: Kernfunktionen der Fabrikstrukturplanung .....	14
Abbildung 7: Datenerfassungsmethoden .....	16
Abbildung 8: Arbeitsablaufschemata mit Planungssymbolen.....	17
Abbildung 9: Sankey-Diagramm.....	18
Abbildung 10: Mengen-Wege-Diagramm nach VDI 3300 .....	18
Abbildung 11: Materialflussmatrix .....	19
Abbildung 12: Kreisverfahren nach Schwerdtfeger .....	20
Abbildung 13: Modifiziertes Dreieckverfahren nach Schmigalla .....	21
Abbildung 14: Beispiel einer Nutzwertanalyse .....	22
Abbildung 15: System der betriebswirtschaftlichen Produktionsfaktoren nach Gutenberg .....	29
Abbildung 16: Zusammensetzung des Leistungsangebots.....	30
Abbildung 17: Phänomenorientiertes Belastungs-Beanspruchungs-Konzept.....	32
Abbildung 18: Erweitertes Belastungs-Beanspruchungs-Konzept .....	34
Abbildung 19: Arbeitssystem.....	36
Abbildung 20: Informationsübertragung in Mensch-Maschine-Systemen .....	42
Abbildung 21: Summenhäufigkeit der Körperhöhe (einschließlich 30 mm für gebräuchliches Schuhwerk) sowie damit verbundene Körpergrößen-Klassen für Frauen und Männer .....	43
Abbildung 22: Horizontaler Schnitt durch den Greifraum inklusiver seiner einzelnen Bereiche .....	45
Abbildung 23: Die wichtigsten Prozessbausteine des MTM-Verfahrens im Kontext von Prozesstypologie und Ablaufkomplexität.....	47
Abbildung 24: Beispiel einer Datenkarte (Vorderseite der MTM-1 Datenkarte) .....	48
Abbildung 25: Gesamtergebnis einer EAWS-Analyse mit den drei Risikobereichen .....	49
Abbildung 26: Einstufung der Körperhaltungen und Armstellungen in 2D-Ansicht im EAWS-Verfahren .....	50
Abbildung 27: Formular für die Leitmerkalmethode - Heben, Halten, Tragen .....	51
Abbildung 28: Risikobereiche bei der Leitmerkalmethode .....	53
Abbildung 29: Überblick der soziokulturellen Anforderungskriterien .....	56
Abbildung 30: Gebiete der Fabrikprojektierung und ihre Aufgabeninhalte .....	57
Abbildung 31: Modellarchitektur .....	64
Abbildung 32: Tabellenblatt "MW HHT".....	68
Abbildung 33: Manager für Regeln zur bedingten Formatierung .....	69

Abbildung 34: Tabellenblatt "Mittelwert" .....	70
Abbildung 35: Formularsteuerelemente .....	72
Abbildung 36: Beispiel der Auswahl eines Optionsfeldes .....	72
Abbildung 37: Beispiel Kontrollkästchen .....	73
Abbildung 38: Steuerelement formatieren (Kontrollkästchen).....	73
Abbildung 39: Extratablelle der Kontrollkästchen mit den Werten "WAHR" oder "FALSCH" .....	74
Abbildung 40: Berechnung des LMM-Wertes.....	75
Abbildung 41: Datenkopf der LMM-MAP .....	75
Abbildung 42: Formatierung der Zellen für den Blattschutz .....	76
Abbildung 43: Blattschutz der LMM-Tabellenblätter.....	77
Abbildung 44: Datenkopf der LMM-HHT .....	77
Abbildung 45: Werte in Zelle beschränken mittels Datenüberprüfung .....	78
Abbildung 46: Tabellenblatt "Übersicht" zur Dateneingabe.....	79
Abbildung 47: Blattschutz beim Tabellenblatt "Übersicht" .....	81
Abbildung 48: Einrichten der Seite in MS Visio .....	81
Abbildung 49: Einfügen einer neuen metrischen Schablone.....	82
Abbildung 50: Speichern einer Schablone .....	82
Abbildung 51: Seite einrichten im Master-Shape .....	83
Abbildung 52: Rechtsklick auf das Rechteck im Master-Shape .....	83
Abbildung 53: Shape-Daten definieren .....	84
Abbildung 54: Abschnitt "Shape Transform" .....	85
Abbildung 55: Abschnitt im Shape-Sheet einfügen .....	85
Abbildung 56: Belegungsplan für die Dreiecksanordnung .....	87
Abbildung 57: Shape-Sheet Abschnitt "Connection Points" .....	89
Abbildung 58: Beschriftung des Shapes einfügen.....	89
Abbildung 59: Verbindungspunkte für das Weg-Shape definieren.....	91
Abbildung 60: Master-Shape "LMM-Overall".....	91
Abbildung 61: Benutzerdefinierter Import.....	93
Abbildung 62: Auswahl des Arbeitsblattes .....	93
Abbildung 63: Auswahl des zu importierenden Bereiches .....	94
Abbildung 64: Festlegen eines eindeutigen Bezeichners.....	94
Abbildung 65: Registerkarte "Überprüfen" in MS Visio.....	95
Abbildung 66: Weitere Option zu Shape-Auswahl .....	95
Abbildung 67: Teilsummen im Shape-Bericht festlegen.....	96
Abbildung 68: Formatierung der Daten im Shape-Bericht.....	97
Abbildung 69: Shape-Bericht "Gesamtweglängenabfrage" .....	97
Abbildung 70: Liste unter ausschließlicher Betrachtung der Maschinen.....	105
Abbildung 71: Layoutdarstellung mit nur Maschinen.....	105
Abbildung 72: Ausschnitt aus dem Shape-Bericht .....	108
Abbildung 73: Finale Darstellung des Detailszenarios .....	109

Abbildung 74: Abschließende Liste der Maschinen .....	109
Abbildung 75: Abschließende Liste der Wege .....	110
Abbildung 76: LMM-Bogen Weg 268 .....	111
Abbildung 77: Alternativer LMM-Bogen Weg 268 mit der Variante ZS - Teil 1 .....	112
Abbildung 78: Alternativer LMM-Bogen Weg 268 mit der Variante ZS - Teil 2 .....	113
Abbildung 79: Dreiecksverfahren nach Schmigalla .....	116
Abbildung 80: Datenliste für das globale Szenario.....	117
Abbildung 81: Anordnung der Maschinen und Wege nach Schmigalla .....	118
Abbildung 82: Ergonomisch optimierte Anordnung im Dreiecksraster .....	118
Abbildung 83: SWOT-Matrix.....	125
Abbildung 84: Liste aus Detailszenario Teil 1 .....	157
Abbildung 85: Liste aus Detailszenario Teil 2 .....	158
Abbildung 86: Tabellenblatt "Gesamtweglängen" .....	159
Abbildung 87: Tabellenblatt "Mittelwert" .....	159
Abbildung 88: Tabellenblatt "MW HHT".....	160
Abbildung 89: Tabellenblatt "MW ZS" .....	160
Abbildung 90: Tabellenblatt "MW MAP" .....	161
Abbildung 91: Shape-Bericht Teil 1 .....	162
Abbildung 92: Shape-Bericht Teil 2 .....	163
Abbildung 93: Shape-Bericht Teil 3 .....	164
Abbildung 94: LMM-Bogen der Nummer 101 .....	165
Abbildung 95: LMM-Bogen der Nummer 102 .....	166
Abbildung 96: LMM-Bogen der Nummer 103 .....	167
Abbildung 97: LMM-Bogen der Nummer 104 .....	168
Abbildung 98: LMM-Bogen der Nummer 105 Teil 1 .....	169
Abbildung 99: LMM-Bogen der Nummer 105 Teil 2 .....	170
Abbildung 100: LMM-Bogen der Nummer 106 Teil 1 .....	171
Abbildung 101: LMM-Bogen der Nummer 106 Teil 2 .....	172
Abbildung 102: LMM-Bogen der Nummer 107 .....	173
Abbildung 103: LMM-Bogen der Nummer 131 .....	174
Abbildung 104: LMM-Bogen der Nummer 132 Teil 1 .....	175
Abbildung 105: LMM-Bogen der Nummer 132 Teil 2 .....	176
Abbildung 106: LMM-Bogen der Nummer 133 .....	177
Abbildung 107: LMM-Bogen der Nummer 134 Teil 1 .....	178
Abbildung 108: LMM-Bogen der Nummer 134 Teil 2 .....	179
Abbildung 109: LMM-Bogen der Nummer 135 .....	180
Abbildung 110: LMM-Bogen der Nummer 136 .....	181
Abbildung 111: LMM-Bogen der Nummer 137 Teil 1 .....	182
Abbildung 112: LMM-Bogen der Nummer 137 Teil 2 .....	183
Abbildung 113: LMM-Bogen der Nummer 138 Teil 1 .....	184
Abbildung 114: LMM-Bogen der Nummer 138 Teil 2 .....	185

---

Abbildung 115: LMM-Bogen der Nummer 161 .....	186
Abbildung 116: LMM-Bogen der Nummer 162 Teil 1 .....	187
Abbildung 117: LMM-Bogen der Nummer 162 Teil 2 .....	188
Abbildung 118: LMM-Bogen der Nummer 163 .....	189
Abbildung 119: LMM-Bogen der Nummer 164 Teil 1 .....	190
Abbildung 120: LMM-Bogen der Nummer 164 Teil 2 .....	191
Abbildung 121: LMM-Bogen der Nummer 165 Teil 1 .....	192
Abbildung 122: LMM-Bogen der Nummer 165 Teil 2 .....	193
Abbildung 123: LMM-Bogen der Nummer 166 Teil 1 .....	194
Abbildung 124: LMM-Bogen der Nummer 166 Teil 2 .....	195
Abbildung 125: LMM-Bogen der Nummer 167 Teil 1 .....	196
Abbildung 126: LMM-Bogen der Nummer 167 Teil 2 .....	197
Abbildung 127: LMM-Bogen der Nummer 168 Teil 1 .....	198
Abbildung 128: LMM-Bogen der Nummer 168 Teil 2 .....	199
Abbildung 129: LMM-Bogen der Nummer 169 Teil 1 .....	200
Abbildung 130: LMM-Bogen der Nummer 169 Teil 2 .....	201
Abbildung 131: LMM-Bogen der Nummer 201 .....	202
Abbildung 132: LMM-Bogen der Nummer 202 .....	203
Abbildung 133: LMM-Bogen der Nummer 203 .....	204
Abbildung 134: LMM-Bogen der Nummer 204 .....	205
Abbildung 135: LMM-Bogen der Nummer 205 Teil 1 .....	206
Abbildung 136: LMM-Bogen der Nummer 205 Teil 2 .....	207
Abbildung 137: LMM-Bogen der Nummer 206 Teil 1 .....	208
Abbildung 138: LMM-Bogen der Nummer 206 Teil 2 .....	209
Abbildung 139: LMM-Bogen der Nummer 231 Teil 1 .....	210
Abbildung 140: LMM-Bogen der Nummer 231 Teil 2 .....	211
Abbildung 141: LMM-Bogen der Nummer 232 Teil 1 .....	212
Abbildung 142: LMM-Bogen der Nummer 232 Teil 2 .....	213
Abbildung 143: LMM-Bogen der Nummer 233 .....	214
Abbildung 144: LMM-Bogen der Nummer 234 Teil 1 .....	215
Abbildung 145: LMM-Bogen der Nummer 234 Teil 2 .....	216
Abbildung 146: LMM-Bogen der Nummer 235 .....	217
Abbildung 147: LMM-Bogen der Nummer 236 Teil 1 .....	218
Abbildung 148: LMM-Bogen der Nummer 236 Teil 2 .....	219
Abbildung 149: LMM-Bogen der Nummer 237 Teil 1 .....	220
Abbildung 150: LMM-Bogen der Nummer 237 Teil 2 .....	221
Abbildung 151: LMM-Bogen der Nummer 261 Teil 1 .....	222
Abbildung 152: LMM-Bogen der Nummer 261 Teil 2 .....	223
Abbildung 153: LMM-Bogen der Nummer 262 Teil 1 .....	224
Abbildung 154: LMM-Bogen der Nummer 262 Teil 2 .....	225
Abbildung 155: LMM-Bogen der Nummer 263 Teil 1 .....	226

---

Abbildung 156: LMM-Bogen der Nummer 263 Teil 2 .....	227
Abbildung 157: LMM-Bogen der Nummer 264 Teil 1 .....	228
Abbildung 158: LMM-Bogen der Nummer 264 Teil 2 .....	229
Abbildung 159: LMM-Bogen der Nummer 265 Teil 1 .....	230
Abbildung 160: LMM-Bogen der Nummer 265 Teil 2 .....	231
Abbildung 161: LMM-Bogen der Nummer 266 Teil 1 .....	232
Abbildung 162: LMM-Bogen der Nummer 266 Teil 2 .....	233
Abbildung 163: LMM-Bogen der Nummer 267 Teil 1 .....	234
Abbildung 164: LMM-Bogen der Nummer 267 Teil 2 .....	235
Abbildung 165: LMM-Bogen der Nummer 268 .....	236
Abbildung 166: LMM-Bogen der Nummer 269 Teil 1 .....	237
Abbildung 167: LMM-Bogen der Nummer 269 Teil 2 .....	238
Abbildung 168: LMM-Bogen der Nummer 270 .....	239
Abbildung 169: LMM-Bogen der Nummer 271 Teil 1 .....	240
Abbildung 170: LMM-Bogen der Nummer 271 Teil 2 .....	241

## 9 Formelverzeichnis

Formel 1: Produktivität nach Gutenberg.....	29
Formel 2: Mittelwert der einzelnen Wichtungen .....	69
Formel 3: Mittelwert der Lastwichtung bei der Methode HHT .....	69
Formel 4: Auslesen des Mittelwertes der Zeitwichtung aus "MW HHT" .....	70
Formel 5: Anteil der jeweiligen gewichteten Zeitwichtung .....	70
Formel 6: Gesamter Mittelwert über alle Methoden .....	70
Formel 7: Auslesen des Mittelwertes der passenden Methode.....	71
Formel 8: Auslesen des Gesamtmittelwertes über alle Methoden .....	71
Formel 9: Summe der ausgewählten Kontrollkästchen.....	74
Formel 10: Auswahl der stärker belasteten Hand .....	75
Formel 11: Auslesen der Bezeichnung zur passenden Nummer .....	76
Formel 12: Auslesen des Attributs mittels SVERWEIS .....	76
Formel 13: Auslesen der Gesamtweglänge .....	77
Formel 14: Auslesen des LMM-Typs für den Wegabschnitt.....	80
Formel 15: Auslesen des LMM-Wertes für den Wegabschnitt .....	80
Formel 16: Farbliche Gestaltung des Maschinen-Shapes abhängig vom LMM-Wert	88
Formel 17: Farbausfüllung des LMM-Overall-Shapes.....	92
Formel 18: Berechnung des Optimierungsgrades.....	121
Formel 19: Berechnung der Kosten pro Optimierung.....	122

## 10 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Verschiedene Arbeitsformen menschlicher Arbeit als Kombination der Grundtypen energetischer und informatorischer Arbeit.....	24
Tabelle 2: Verschiedene Gliederungsansätze der vorwiegend nichtkörperlichen Arbeit .....	27
Tabelle 3: Strategien und Ziele der Arbeitsgestaltung .....	40
Tabelle 4: Die drei Bewertungssysteme der Leitmerkmalmethode mit dazugehörigen Leitmerkmalen .....	52
Tabelle 5: Lastenheft (P=Pflichtanforderung, W=Wunschanforderung).....	60
Tabelle 6: Pflichtenheft (P=Pflichtanforderung, W=Wunschanforderung).....	62
Tabelle 7: Beschreibung der Schritte in der Modellarchitektur .....	66
Tabelle 8: Shape-Daten des Maschinen-Shapes .....	84
Tabelle 9: User-defined Cells im Shape-Sheet des Maschinen-Shapes Teil 1 .....	85
Tabelle 10: User-defined Cells im Shape-Sheet des Maschinen-Shapes Teil 2 .....	86
Tabelle 11: Shape Data Einträge im Shape-Sheet .....	87
Tabelle 12: Schutz der Abmessungen bei vorhandenen Abmessungen.....	88
Tabelle 13: Shape-Daten für das Master-Shape „Weg“ .....	90
Tabelle 14: Formatierung des Master-Shape "Weg" .....	91
Tabelle 15: Abschnitt "Shape Transform" im Shape-Sheet vom LMM-Overall .....	92
Tabelle 16: Maschinen-Daten für die Schlüsselfertigung .....	102
Tabelle 17: Maschinen-Daten für die Gehäusefertigung .....	103
Tabelle 18: Maschinen-Daten für die Kernfertigung .....	104
Tabelle 19: Weg-Daten für die Schlüsselfertigung .....	106
Tabelle 20: Weg-Daten für die Gehäusefertigung .....	106
Tabelle 21: Weg-Daten für die Kernfertigung .....	107
Tabelle 22: Daten der Bearbeitungszentren.....	114
Tabelle 23: Daten der Wege im Globalszenario.....	115
Tabelle 24: Aufstellung der fixen Personalkosten .....	119
Tabelle 25: Aufstellungen der variablen Personalkosten .....	120
Tabelle 26: Gesamtkostenaufstellung .....	120
Tabelle 27: Beispiel einer Kostenreduktion durch Kürzung der Transportwege .....	121

## 11 Abkürzungsverzeichnis

AAV	Allgemeine Arbeitnehmerschutzverordnung
AAWS	Automotive Assembly Worksheet
AAWS+	Automotive Assembly Worksheet Plus
ASchG	ArbeitnehmerInnenschutzgesetz
ASME	American Society of Mechanical Engineers
BAuA	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
bzw.	beziehungsweise
ca.	zirka
EAWS	Ergonomic Assessment Worksheet
IAD	Institut für Arbeitswissenschaft der TU Darmstadt
ICS	Innen-Codiert-System
IMD	Internationales MTM-Direktorat
kg	Kilogramm
KIM	Key indicator method
LMM	Leitmerkalmethode
LMM-HHT	Leitmerkalmethode – Heben, Halten, Tragen
LMM-MA	Leitmerkalmethode – Manuelle Arbeitsprozesse
LMM-ZS	Leitmerkalmethode – Ziehen, Schieben
MEK	MTM für die Einzel- und Kleinserienfertigung
m	Meter
cm	Zentimeter
mm	Millimeter
MS	Microsoft
MTM	Methods-Time Measurement
MTM-HWD	MTM-Human Work Design
MW	Mittelwert
N	Newton
SD-BW	Standard-Daten Basiswerte
SWOT	Strengths Weaknesses Opportunities Threats
UAS	Universelle Analysiersystem
UML	Unified Modeling Language
USA	United States of America
VBA	Visual Basic für Applikationen

---

VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VdS	Vertrauen durch Sicherheit
z.B.	zum Beispiel