

Dissertationsschrift

**Entwicklung eines Prozesskostenmodells zur
Kalkulation von Verpackungskosten manueller
Verpackungsarbeitsplätze**

Von der Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlichen
Fakultät der Technischen Universität Dortmund

zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors
der Wirtschaftswissenschaften (Dr. rer. pol.)

von
Dipl.-Kff. Verena Dzeik

aus
Dortmund

Referent: Prof. Dr. Egon Jehle
Koreferent: Prof. Dr.-Ing. Rolf Jansen

Vorwort der Autorin

In den indirekten Bereichen wie Entwicklung, Materialwirtschaft, Logistik und damit auch im Verpackungsbereich werden die entstehenden Kosten in der Praxis vielfach, wie in der Vollkostenrechnung üblich, über Gemeinkostenzuschläge auf die Kostenträger, die Produkte umgerechnet. Hierdurch erfolgt oftmals aufgrund von Zuschlagsätzen, die die tatsächliche Kostenentstehung nicht wiedergeben, eine falsche Belastung der einzelnen Artikel mit Gemeinkosten, was zur Folge haben kann, dass der Preis für ein Produkt falsch kalkuliert wird. Wie kann hier Abhilfe geschaffen werden? Mit dieser Frage beschäftigt sich die vorliegende Dissertationsschrift. Unter Berücksichtigung der technischen und organisatorischen Rahmenbedingungen von manuellen Verpackungsarbeitsplätzen soll diese Arbeit einen wissenschaftlichen und praxisrelevanten Beitrag zur verursachungsgerechten Verteilung der Verpackungskosten auf die Kostenträger leisten und damit die Basis zur Aufdeckung von Kostensenkungspotenzialen schaffen.

Die Grundlage für die Arbeit bildet die sechsjährige wissenschaftliche Beschäftigung der Autorin am Fachgebiet Logistik (FLog) der Technischen Universität Dortmund. Gerade der interdisziplinären Ausrichtung der Forschung am FLog ist es zu verdanken, dass diese Arbeit mit der notwendigen technischen Wissensgrundlage über Betriebsmittel im Verpackungsbereich, Pack- und Packhilfsmittel verfasst wurde. Gestützt wird dieses Wissen sowohl durch Erfahrungen, die im Rahmen von Forschungsprojekten bei der Analyse von Verpackungsarbeitsplätzen bei diversen Unternehmen gewonnen werden konnten als auch durch die von den beteiligten Unternehmen dankenswerterweise zusätzlich zur Verfügung gestellten technischen und betriebswirtschaftlichen Daten und Informationen, die die Erstellung der Arbeit erst ermöglichten.

Für die Möglichkeit einer wissenschaftlichen Beschäftigung mit dieser spannenden Thematik - möchte ich mich besonders beim Institutsleiter und meinem Koreferenten Herrn Prof. Dr.-Ing. Rolf Jansen bedanken. Spezieller Dank gebührt daneben natürlich Herrn Prof. Dr. Egon Jehle für die Übernahme der Aufgabe des Erstbetreuers.

Bedanken möchte ich mich auch bei meinem ehemaligen Kollegen und Büronachbarn, Herrn Dr. André Hirschberg, der mich in technischen Fragestellungen stets unterstützt hat. Darüber hinaus möchte ich mich herzlich bei allen Kollegen am FLog für das kollegiale und stets gute Betriebsklima bedanken.

Weiterhin möchte ich besonders Herrn Martin Kaiser meinen Dank für seine fortwährende Diskussionsbereitschaft aussprechen.

Nicht zuletzt möchte ich schließlich meinen Eltern danken, ohne deren jederzeitige Unterstützung diese Arbeit wahrscheinlich nicht zustande gekommen wäre. Ihnen sei diese Arbeit gewidmet.

Verena Dzeik

Dortmund, im September 2008

| | |
|---|------------|
| Inhaltsverzeichnis | I |
| Abbildungsverzeichnis | IV |
| Tabellenverzeichnis | VII |
| 1. Einleitung..... | 1 |
| 1.1 Problemstellung..... | 2 |
| 1.2 Zielsetzung und Vorgehensweise..... | 4 |
| 2. Manuelle Verpackungsarbeitsplätze | 7 |
| 2.1 Begriffe und Definitionen | 7 |
| 2.1.1 Verpackung | 7 |
| 2.1.2 Betriebsmittel im Verpackungsprozess | 13 |
| 2.1.3 Definition des Begriffs Verpacken | 16 |
| 2.2 Allgemeine Gestaltung und Ausstattung manueller Verpackungsarbeitsplätze | 18 |
| 2.2.1 Organisationsformen | 18 |
| 2.2.2 Arbeitsplatzgestaltung | 22 |
| 2.2.2.1 Ausstattung manueller Verpackungsarbeitsplätze | 23 |
| 2.2.2.2 Anordnung der Materialien sowie der technischen Hilfs- und Betriebsmittel an manuellen Verpackungsarbeitsplätzen | 24 |
| 2.2.2.3 Ergonomische Gestaltung manueller Verpackungsarbeitsplätze | 26 |
| 2.3 Charakterisierung manueller Verpackungsarbeitsplätze | 29 |
| 2.3.1 Analyse von Ausprägungsmerkmalen manueller Verpackungsarbeitsplätze als Basis für ihre Klassifizierung..... | 30 |
| 2.3.2 Systematik zur Klassifizierung..... | 33 |
| 2.4 Manuelle Einzelverpackungsarbeitsplatztypen | 36 |
| 2.4.1 Verpacken eines Packguts..... | 36 |
| 2.4.2 Verpacken mehrerer Packgüter | 38 |
| 2.4.2.1 Verpacken mehrerer gleichartiger Güter | 38 |
| 2.4.2.2 Umverpacken | 41 |
| 2.4.2.3 Verpacken mehrerer verschiedenartiger Güter in konstanter Kombination | 43 |
| 2.4.2.4 Verpacken mehrerer verschiedenartiger Güter in variierender Kombination..... | 45 |

| | |
|--|-----------|
| 2.5 Manuelle Verpackungsarbeitsplatztypen in Verpackungslinien | 54 |
| 2.5.1 Anwendung des Prinzips „Verpackung zur Ware“ | 56 |
| 2.5.1.1 Gerade Linie mit Fördermitteln | 58 |
| 2.5.1.2 Kreisförmige Verpackungslinie | 61 |
| 2.5.2 Anwendung des Prinzips „Ware zur Verpackung“ | 63 |
| 3. Verschiedene Ansätze des Gemeinkostenmanagements auf Vollkostenbasis | 66 |
| 3.1 Herkömmliche Ansätze des prozessorientierten Gemeinkostenmanagements..... | 67 |
| 3.1.1 Activity Based Costing..... | 67 |
| 3.1.2 Prozesskostenrechnung..... | 69 |
| 3.2 Ressourcenorientierte Ansätze des prozessorientierten Gemeinkostenmanagements..... | 76 |
| 3.2.1 Ressourcenorientierte Prozesskostenrechnung | 76 |
| 3.2.2 Ressourcenorientierte Prozesskettenanalyse | 78 |
| 3.3 Vergleich der Kostenrechnungsverfahren | 80 |
| 3.4 Gründe für die Entwicklung eines neuartigen Prozesskostenmodells | 82 |
| 4. Entwicklung eines Prozesskostenmodells | 85 |
| 4.1 Anwendungsbereich | 85 |
| 4.2 Tätigkeitsanalyse und Prozesshierarchie | 88 |
| 4.2.1 Identifizierung der Prozesse..... | 88 |
| 4.2.2 Ermittlung der Cost Driver | 99 |
| 4.2.2.1 Einflussgrößen der Prozesskettenelemente | 99 |
| 4.2.2.2 Prozesse und Ressourcenverbrauch..... | 104 |
| 4.3 Ermittlung der für das Prozesskostenmodell relevanten Kostenarten | 107 |
| 4.3.1 Personalkosten..... | 107 |
| 4.3.2 Betriebsmittelkosten | 107 |
| 4.3.3 Raumkosten | 109 |
| 4.3.4 Materialkosten | 110 |
| 4.4 Zuordnung von Kosten zu Ressourcen | 110 |
| 4.5 Ermittlung der Zeiten für die Tätigkeiten..... | 112 |
| 4.5.1 Vorgehensweise..... | 112 |
| 4.5.2 Berechnung der Tätigkeitszeiten | 118 |
| 4.6 Ermittlung der Teilprozesskosten | 135 |

| | |
|--|------------|
| 5. Exemplarische Umsetzung..... | 145 |
| 5.1 Validierung der Kostenverteilung..... | 146 |
| 5.2 Validierung von Eigenschaften der Prozesskostenrechnung..... | 164 |
| 6. Zusammenfassung und Ausblick | 182 |
| 7. Literaturverzeichnis | 186 |
| 8. Anhang..... | 203 |

Abbildungsverzeichnis

| | | |
|------------|---|----|
| Abb. 2.1: | Der Verpackungsprozess | 7 |
| Abb. 2.2: | Einsatzformen von FEFCO-Typen an manuellen Packplätzen | 9 |
| Abb. 2.3: | Beispiele polstermittelspezifischer Ausführungsformen | 10 |
| Abb. 2.4: | Typische Beispiele für Packhilfsmittel für den Oberflächenschutz | 11 |
| Abb. 2.5: | Typische Schutzhilfsmittel gegen Feuchtigkeit und Korrosion | 11 |
| Abb. 2.6: | Typische Schutzhilfsmittel gegen statische Aufladung | 12 |
| Abb. 2.7: | Typische Kennzeichnungs- und Sicherungsmittel | 12 |
| Abb. 2.8: | Typische Verschleißhilfsmittel | 12 |
| Abb. 2.9: | Halbautomatischer Bodenklappenfalter | 14 |
| Abb. 2.10: | Technische Hilfsmittel für den Einsatz von Klebebändern oder Klebestreifen | 14 |
| Abb. 2.11: | Halbautomatische Kartonverschleißmaschine | 15 |
| Abb. 2.12: | Technische Hilfsmittel für den Einsatz von Umreifungsbändern | 15 |
| Abb. 2.13: | Technische Hilfsmittel für den Einsatz von Etiketten | 15 |
| Abb. 2.14: | Verpackungsdreieck | 18 |
| Abb. 2.15: | Skizziertes Beispiel eines Doppelpackplatzes | 20 |
| Abb. 2.16: | Beispiel eines Doppelpackplatzes mit gemeinsamer Umreifungs- anlage | 20 |
| Abb. 2.17: | Parallele Anordnung von Einzelverpackungsarbeitsplätzen | 21 |
| Abb. 2.18: | Beispiel eines Paktisches | 24 |
| Abb. 2.19: | Unterbringungsmöglichkeiten am Packplatz | 25 |
| Abb. 2.20: | Horizontale Darstellung der Greifräume | 27 |
| Abb. 2.21: | Greifzonen im Greifraum (Angaben in mm) | 28 |
| Abb. 2.22: | Mögliche Varianten der Förderung von Packgütern und Pack- stücken | 31 |
| Abb. 2.23: | Positioniermöglichkeiten der Zu- bzw. Abführung am Paktisch | 32 |
| Abb. 2.24: | Einzelne und kombinierte Verpackungsaufgabe | 33 |
| Abb. 2.25: | Quantitative Differenzierung der Verpackungsaufgabe bzgl. des Packgutes | 34 |
| Abb. 2.26: | Variationsmöglichkeiten mehrere Packgüter zu verpacken | 35 |
| Abb. 2.27: | Packplatz zum Verpacken eines Packguts (ETV 1) | 37 |
| Abb. 2.28: | Doppelpackplatz zum Verpacken von Kleinteilen MGV 8 | 39 |
| Abb. 2.29: | Anordnung mit Legende des Packplatzes UV3 | 42 |

| | | |
|------------|---|-----|
| Abb. 2.30: | Anordnung mit Legende des Packplatzes MVK 1 | 44 |
| Abb. 2.31: | Anordnung mit Legende des Packplatzes MVV 4 | 48 |
| Abb. 2.32: | Anordnung mit Legende des Packplatzes MVV 5 | 50 |
| Abb. 2.33: | Anordnung mit Legende des Packplatzes MVV 6 | 51 |
| Abb. 2.34: | Packplätze des Typs MVV mit verschiebbaren Packtischen | 52 |
| Abb. 2.35: | Anordnung mit Legende des Packplatzes MVV 3 | 53 |
| Abb. 2.36: | Einfache Verpackungslinie mit manueller Weitergabe der Packstücke | 57 |
| Abb. 2.37: | Anordnung mit Legende des Packplatzes „Gerade Linie mit Fördermitteln“ | 60 |
| Abb. 2.38: | Firmenbeispiel für die Anordnung Halbkreis (Bumerang-System)..... | 62 |
| Abb. 2.39: | Beispiel eines Verpackungsplatztyps nach dem Prinzip „Ware zur Verpackung“ | 65 |
| Abb. 3.1: | Prinzip der Hauptprozessverdichtung | 70 |
| Abb. 3.2: | Beispiel eines Kostenfunktionsnomogramms | 77 |
| Abb. 3.3: | Prozesssystemmodell | 78 |
| Abb. 4.1: | Prozessebenen des Modells mit exemplarischen Verpackungsteilprozessen und Tätigkeiten | 89 |
| Abb. 4.2: | Tätigkeiten des Teilprozesses „Packmittel vorbereiten“ | 89 |
| Abb. 4.3: | Tätigkeiten des Teilprozesses „Stoß- und Schwingungsschutz herbeiführen“ | 91 |
| Abb. 4.4: | Tätigkeiten des Teilprozesses „Oberflächenschutz herstellen“ | 92 |
| Abb. 4.5: | Tätigkeiten des Teilprozesses „Feuchtigkeitsschutz herbeiführen“ | 93 |
| Abb. 4.6: | Tätigkeiten des Teilprozesses „Schutz vor statischer Aufladung herbeiführen“ | 94 |
| Abb. 4.7: | Tätigkeiten des Teilprozesses „Produkt einpacken“ | 95 |
| Abb. 4.8: | Tätigkeiten des Teilprozesses „Inneneinrichtungen verwenden“ | 96 |
| Abb. 4.9: | Tätigkeiten des Teilprozesses „Zusatzteile verwenden“ | 96 |
| Abb. 4.10: | Tätigkeiten des Teilprozesses „Packmittel nachbereiten“ | 97 |
| Abb. 4.11: | Tätigkeiten des Teilprozesses „Kennzeichnen“ | 98 |
| Abb. 4.12: | Tätigkeiten des Teilprozesses „Packstück bereitstellen“ | 99 |
| Abb. 4.13: | Zuordnungsschema von der Leistung über Prozesse und Ressourcen bis hin zu den Kosten | 104 |
| Abb. 4.14: | Ansatz zur Ermittlung der Tätigkeitszeiten | 112 |
| Abb. 4.15: | Zeitgliederung für die Auftragszeit | 116 |

| | | |
|-----------|---|-----|
| Abb. 5.1: | Schematische Darstellung der Anordnung der Spiegelglasverpackungsarbeitsplätze | 147 |
| Abb. 5.2: | Einzelverpackungsarbeitsplatz für Spiegelgläser | 149 |
| Abb. 5.3: | Verpackungsschema der mit Spiegelgläsern befüllten Packstücke in der Gitterbox | 152 |
| Abb. 5.4: | Kostenvergleich der 4 Verpackungsvarianten | 163 |
| Abb. 5.5: | Anordnung des Verpackungsbereichs innerhalb des Betriebsgeländes des Logistikdienstleisters | 165 |
| Abb. 5.6: | Verpackungsplatzstruktur der Verpackungslinie | 166 |
| Abb. 5.7: | Ausschnitt aus dem Packschema der mit Scheinwerfern befüllten Packstücke | 169 |
| Abb. 5.8: | Kostenvergleich der Verpackungen 1 und 2 bei der Systemlast (Variante 1) | 175 |

Tabellenverzeichnis

| | | |
|------------|--|-----|
| Tab. 2.1: | Kategoriebildung von Faltschachtelabmessungen für manuelle Packplätze | 10 |
| Tab. 2.2: | Prozessschritte des Verpackungsablaufs (Verpackungsvariante ETV 1) | 38 |
| Tab. 2.3: | Prozessschritte des Verpackungsablaufs (Verpackungsplatzvariante MGV 8) | 40 |
| Tab. 2.4: | Prozessschritte der Verpackungsplatzvariante UV3 | 42 |
| Tab. 2.5: | Prozessschritte Verpackungsablauf Verpackungsplatzvariante MVK 1 | 45 |
| Tab. 2.6: | Differenzierung des Arbeitsplatztyps nach Zuführung des Packgutes | 46 |
| Tab. 2.7: | Prozessschritte Verpackungsablauf Verpackungsplatzvariante MVV 4 | 49 |
| Tab. 2.8: | Prozessschritte Verpackungsablauf Verpackungsplatzvariante MVV 3 | 54 |
| Tab. 2.9: | Übersicht der Arbeitsplätze in Verpackungslinien | 56 |
| Tab. 2.10: | Prozessschritte der Verpackungslinie 2.5.1 | 57 |
| Tab. 2.11: | Prozessschritte der „Geraden Linie mit Fördermitteln“ | 61 |
| Tab. 3.1: | Elemente der Prozesskostenrechnungsverfahren als Ausgangsbasis für die Konzeption des Prozesskostenmodells | 84 |
| Tab. 4.1: | Verpackungsteilprozesse und Tätigkeiten inklusive ihrer Tätigkeitsmengen | 101 |
| Tab. 4.2: | Teilprozesse des Verpackungsprozesses mit den sekundären Cost Drivern | 102 |
| Tab. 4.3: | Zuordnung der Kostenarten zu Ressourcen | 111 |
| Tab. 4.4: | MTM-Analyse für die Tätigkeit „Materialien aufnehmen“ | 120 |
| Tab. 4.5: | Bei der Zeitermittlung berücksichtigte FEFCO-Typen | 122 |
| Tab. 4.6: | Zeitwerte für die Faltschachteln des Typs FEFCO 0201 bis FEFCO 0226 | 123 |
| Tab. 4.7: | Ausgewählte Zeitwerte für die Verschleißhilfsmittelart „Klebeband“ für die drei Schachtelklassenkategorien | 125 |
| Tab. 4.8: | Ausgewählte Zeitwerte für die Verschleißhilfsmittelart „Klammern“ für die drei Schachtelklassenkategorien | 125 |
| Tab. 4.9: | Zeitwerte für drei ausgewählte Polstermittelarten für die drei Schachtelklassenkategorien | 126 |
| Tab. 4.10: | Zeitwerte für zwei ausgewählte Oberflächenschutzhilfsmittel | 128 |

| | | |
|------------|---|-----|
| Tab. 4.11: | Zeitwerte für Zusatzteile | 133 |
| Tab. 4.12: | Zeitwerte für ausgewählte Kennzeichnungsmittel | 134 |
| Tab. 4.13: | Prinzipielle direkte Zuordnungsmöglichkeiten von Kosten zu Teilprozessen und/oder Produkten..... | 137 |
| Tab. 5.1: | Produkt- und Verpackungsdaten der vier Verpackungsarbeitsplätze für Spiegelgläser | 150 |
| Tab. 5.2: | Verpackungsablauf für Spiegelgläser | 151 |
| Tab. 5.3: | Sekundäre Cost Driver der Verpackungsteilprozesse an den vier Parallelarbeitsplätzen | 152 |
| Tab. 5.4: | MTM-Zeiten für die einzelnen Tätigkeiten der vier verschiedenen Verpackungsarbeitsplätze | 153 |
| Tab. 5.5: | Gegenüberstellung der Soll-Zeiten mit den Ist-Zeiten aus der Ab- laufanalyse für den Verpackungsarbeitsplatz 1 mit dem Produkt 1 ... | 156 |
| Tab. 5.6: | Entscheidungsrelevante Kostenarten für die Ermittlung der Ver- packungskosten für Spiegelglas aufgegliedert nach Ressourcen | 157 |
| Tab. 5.7: | Materialkosten der Verpackungsvarianten entsprechend der Materialstückliste für Spiegelglas | 157 |
| Tab. 5.8: | Verteilung der leistungsmengeninduzierten und der leistungsmengen- neutralen Kosten auf die Teilprozesse des Verpackungs- prozesses bei Spiegelgläsern Teil 1..... | 161 |
| Tab. 5.9: | Verteilung der leistungsmengeninduzierten und der leistungsmengen- neutralen Kosten auf die Teilprozesse des Verpackungs- prozesses bei Spiegelgläsern Teil 2 | 162 |
| Tab. 5.10: | Prozessschritte und Teilprozesse an der Verpackungslinie für Scheinwerfer | 168 |
| Tab. 5.11: | Produkt- und Verpackungsdaten für die Scheinwerfer des Typs 1 und 2 | 169 |
| Tab. 5.12: | Kosten des Bereichs der Verpackungslinie geordnet nach Ressourcen | 172 |
| Tab. 5.13: | Materialkosten der Verpackungsvarianten für die Scheinwerfer | 172 |
| Tab. 5.14: | Tätigkeitszeiten für die 2 Verpackungsvarianten der Scheinwerfer | 174 |
| Tab. 5.15: | Kosten für die 2 Verpackungsvarianten der Scheinwerfer | 174 |
| Tab. 5.16: | Auslastung der Mitarbeiter bei Systemlast-Variante 1 | 178 |
| Tab. 5.17: | Teilprozesskostensätze und Prozesskostensätze pro Stück bei den 2 Systemlast-Varianten | 179 |
| Tab. 5.18: | Degressionsverhalten der zwei Verpackungen bei den unterschied- lichen Systemlasten | 180 |

1. Einleitung

Der steigende Wettbewerbsdruck aus dem In- und Ausland in weitgehend gesättigten Märkten zwingt Unternehmen dazu, nach Rationalisierungspotenzialen zu suchen und diese auszuschöpfen. In der Vergangenheit konzentrierten sich die Rationalisierungsbemühungen hauptsächlich auf die Fertigungstechniken in der Produktion. Dabei hat der Trend zur Automatisierung dazu geführt, dass der Personalbestand in diesem Bereich reduziert wurde und eine Verlagerung von produktiven zu administrativen Tätigkeiten stattgefunden hat. Als Folge davon sind mittlerweile im Durchschnitt mehr als 50 % aller Beschäftigten der deutschen Industrieunternehmen in den indirekten Leistungsbereichen wie Forschung, Entwicklung, Konstruktion, Qualitätswesen, Beschaffung, Logistik, Arbeitsvorbereitung, Instandhaltung, Verwaltung, Vertrieb etc. tätig /Rem05, S.3/.

Die Expansion der indirekten Bereiche, in denen hauptsächlich Gemeinkosten anfallen, führt zu einer Veränderung der Kostenstruktur, da der Anteil dieser Kosten an den Gesamtkosten ständig zunimmt. Das Verhältnis der Einzelkosten zu den Gemeinkosten hat sich von 70 % zu 30 % in den sechziger Jahren heute geradezu umgedreht auf weniger als 40 % zu 60 % /Rem05, S. 10/. Somit ist es für Unternehmen von entscheidender Bedeutung, die Verteilung der Gemeinkosten neu zu strukturieren. Die dazu erforderliche verursachungsgerechte und detaillierte Erfassung hilft Unternehmen Einsparungspotenziale aufzudecken.

Innerhalb der Logistik, die zunehmend zu einem Hauptentscheidungsfaktor für den Unternehmenserfolg wird, stellt der Verpackungssektor einen wesentlichen Bereich dar. Die besondere Bedeutung des Verpackungsbereichs zeigt sich unter anderem darin, dass der Verpackungskostenanteil im Branchendurchschnitt zwischen 15 % (in der Bekleidungsindustrie) und 28 % (in der Nahrungsmittelindustrie) der Gesamtkosten eines Produktes betragen kann, bei den Gebrauchsgütern liegt der Anteil nur geringfügig darunter bei 21 % /Str99, S. 12/.

1.1 Problemstellung

Vor dem Hintergrund der wirtschaftlichen Bedeutung des Verpackungsbereichs ist es erforderlich, Verpackungsprozesse detailliert zu analysieren, um kostenintensive Prozesse identifizieren und somit Optimierungspotenziale aufdecken zu können.

Während die Kosten vollautomatischer (CNC-gesteuerter) Verpackungsmaschinen in der Regel einfach und schnell ermittelt werden können, da die Möglichkeit besteht, sie in Produktions-, Planungs- und Steuerungssysteme mit integrierter Betriebsdatenerfassung einzubinden /Wie96, S. 43/, liegen in vielen Unternehmen keine detaillierten Informationen über die Kosten manueller Verpackungsarbeitsplätze vor. Dies bestätigt auch eine Veröffentlichung des Fraunhofer Instituts für Materialflusstechnik und Logistik im Internet /Lan07/. Vor allem nachfolgend geschilderte Gründe führen zu diesem Tatbestand:

- Oftmals werden für manuelle Verpackungsarbeitsplätze mit Hilfe von REFA-Studien Zeiten für den gesamten Verpackungsprozess ermittelt und anhand dieser Zeiten dann Rückschlüsse auf die Kosten gezogen /NN06a/. Hierbei ist jedoch keine Zuordnung von Kosten zu einzelnen Verpackungsteilprozessen möglich, wodurch sich eine verursachungsgerechte Verteilung von Gemeinkosten ebenfalls im Detail ausschließt. Auch eine direkte Verteilung von Kosten auf Produkte findet in der Regel nicht statt.
- Aus Gründen der Zeitersparnis oder beschränkter Personalkapazitäten werden für manuelle Verpackungsarbeitsplätze in der Praxis oftmals keine Zeitbausteine mit Hilfe von MTM-Analysen bestimmt, mit denen die Kosten für den Einsatz alternativer Pack- und Packhilfsmittel ermittelt werden können; der zeitliche Aufwand wird stattdessen anhand von Referenzverpackungen abgeschätzt /NN06a/, /NN03/.

Um Aussagen über die Wirtschaftlichkeit manueller Verpackungsprozesse treffen zu können, ist eine verursachungsgerechte Zuordnung von Kosten zu Prozessen unabdingbar, die die notwendige Kostentransparenz bis in die Detailprozesse hinein ermöglicht. Für eine derartige Problemstellung kommt als betriebswirtschaftliche Methodik die Prozesskostenrechnung zum Einsatz.

In Bezug auf die Prozesskostenrechnung stehen neben allgemein anerkannten Werken /Bra07/, /Coe99/, /Coo91/, /Kap98/, /Löc07/, /May98/ und /Mic04/ einige wissenschaftliche Arbeiten zur Verfügung, die sich mit der Entwicklung von Prozesskostenmodellen für verschiedene Bereiche befassen. Besonders zu erwähnen sind hierbei die Arbeiten von Floeck /Flo00/, Fuchs /Fuc04/ und Gericke /Ger05/.

Während Floeck in seiner Arbeit ein parametrisiertes Prozesskostenmodell für die Planung und den Betrieb von Produktionssystemen entwickelt, steht bei Fuchs die Kalkulation der Prozesse der Auftragsabwicklung und der Distributionsprozesse im Vordergrund. Beide Autoren nutzen bei der Konzeption ihrer Modelle die ressourcenorientierte Prozesskostenrechnung (vgl. Kap. 3.2); dabei werden die Teilprozesse des Verpackungsablaufs nicht im Detail betrachtet, bei Floeck wird er aufgrund der gesetzten Untersuchungsgrenzen ganz außen vor gelassen. Somit besteht nicht die Möglichkeit, kostenintensive Teilprozesse des Verpackungsprozesses zu identifizieren und ggf. Optimierungsmaßnahmen einzuleiten.

Gericke nutzt den Ansatz einer vereinfachten Prozesskostenrechnung zur Unterstützung von Logistik-Outsourcing-Entscheidungen. Im Rahmen dieses Ansatzes wird bei der Ermittlung der Tätigkeitszeiten auf Erfahrungs- bzw. Schätzwerte zurückgegriffen und keine neuen Messdaten erfasst. Des Weiteren verzichtet der Ansatz auf die Bestimmung von Cost Drivern, welches ein wesentliches Merkmal der Prozesskostenrechnung darstellt.

Neben oben genannten wissenschaftlichen Arbeiten existieren Werke, deren Ziel in der Ermittlung von Kosten für den Verpackungsbereich auf der Basis von Prozesskostenrechnungsansätzen besteht. Hierbei sind vor allem die Werke von Kibler /Kib97/ und Wagner /Wag06/ zu nennen. Kibler entwickelt in seiner Arbeit ein Modell zur Bestimmung der Gesamtkosten eines Mehrwegverpackungssystems, welches Investitionsrechnungsverfahren mit der amerikanischen Form der Prozesskostenrechnung (Activity Based Costing) verbindet. Wagner konzipiert für gemischte Ladeeinheiten ein mathematisches Modell, mit dessen Hilfe Gemeinkosten in Anlehnung an die ressourcenorientierte Prozesskostenrechnung als sogenannte unechte Gemeinkosten (vgl. Fandel /Fan04, S. 28/) identifiziert und verursachungsgerecht als Einzelkosten verrechnet werden können. Das zugrundeliegende Referenzmodell umfasst

die Prozesse Ladeeinheitenbildung bis hin zur Rückführung der Ladungsträger, d. h. Verpackungsteilprozesse, die vor der Ladeeinheitenbildung in der Regel an manuellen Verpackungsarbeitsplätzen erfolgen, werden nicht kostenmäßig erfasst.

Im Rahmen der Recherche zum Stand der Technik zeigt sich somit, dass bisher noch kein Prozesskostenmodell entwickelt wurde, mit dem die Verpackungskosten an manuellen Verpackungsarbeitsplätzen detailliert analysiert werden können.

1.2 Zielsetzung und Vorgehensweise

Das Ziel der vorliegenden Arbeit besteht in der Entwicklung eines allgemeingültigen neuen Prozesskostenmodells, mit dem die Verpackungsabläufe, die direkt an manuellen Verpackungsarbeitsplätzen erfolgen, analysiert und kostenmäßig bewertet werden können. Die Konzentration auf den direkten Arbeitsplatzbereich ist dabei notwendig, da der Verpackungsbereich mehrere komplexe Prozessabläufe umfasst, angefangen von der Beschaffung von Pack- und Packhilfsmitteln, dem Wareneingang, der Lagerung, dem eigentlichen Verpackungsprozess bis hin zum Versand. Nur durch diese Konzentration sind Aussagen über die Wirtschaftlichkeit einzelner Teilprozesse bzw. Verpackungen möglich und können ggf. Optimierungsmaßnahmen abgeleitet werden.

In dieser Arbeit wird von einem gegebenen Betriebsmittelbestand ausgegangen, so dass mit dem zu entwickelnden Prozesskostenmodell nur operative Entscheidungen unterstützt werden können.

Bei der Auswahl des in der vorliegenden Arbeit zu untersuchenden Bereichs werden daher folgende Kriterien herangezogen:

- Verpackungsteilprozesse können mit Hilfe von Zeit-Studien genau analysiert werden. Für die vor- und nachgelagerten Bereiche, wie den Beschaffungsprozess, den Versand etc. können jedoch nur Stückzahlen, beispielsweise die Anzahl der Bestellungen, die Anzahl der Auslieferungen usw., als Kennzahlen ermittelt werden.

- Die Ladeeinheitensicherung wird in vielen Unternehmen nicht immer direkt am Verpackungsarbeitsplatz, sondern häufig erst in einem separaten, nachgeschalteten Bereich - z. B. im Versand - durchgeführt (vgl. dazu Erläuterung in Kap. 2).

Als Basis für die Entwicklung des Prozesskostenmodells werden in Kapitel zwei die verschiedenen Arten manueller Verpackungsarbeitsplätze vorgestellt und die dort anzutreffenden Verpackungsprozesse analysiert. Dies beinhaltet die Darstellung der marktgängigsten Pack- und Packhilfsmittel¹, der technischen Hilfs- und Betriebsmittel sowie der allgemeinen Gestaltungsrichtlinien und der Ausstattungsmerkmale manueller Verpackungsarbeitsplätze unter Beachtung der einleitend angeführten Begriffsdefinitionen².

In Kapitel drei erfolgt die kritische Betrachtung der derzeit in der Literatur beschriebenen Gemeinkostenmanagement-Ansätze. Zu diesem Zweck werden zunächst die herkömmlichen Ansätze des Gemeinkostenmanagements und dann die ressourcen- und prozessorientierten Ansätze des Gemeinkostenmanagements dargestellt und hinsichtlich ihrer Einsatzfähigkeit für die Kalkulation manueller Verpackungs(teil)prozesse verglichen.

Aus den Anforderungen an das Modell sowie den bestehenden Methoden zur Prozesskostenrechnung wird in Kapitel vier ein neues Prozesskostenmodell zur Kalkulation der Kosten manueller Verpackungsarbeitsplätze abgeleitet.

Als Basis für das Prozesskostenmodell wird anhand der untersuchten Arbeitsplätze in einem ersten Arbeitsschritt ein allgemeines Referenzmodell für manuelle Verpackungsarbeitsplätze konzipiert. Hierbei werden entsprechende Verpackungsteilprozesse detailliert analysiert und deren Verknüpfungen in Prozessketten abgebildet.

Mit Hilfe eines Systems vorbestimmter Zeiten werden dann für alle möglichen relevanten Prozesse im Verpackungsablauf für verschiedene Verpackungsvarianten die Prozesszeiten bestimmt. Anschließend werden die entscheidungsrelevanten Kosten-

¹ Dabei wird nicht auf die Dimensionierung der Verpackungsmaterialien eingegangen, da dies nicht Gegenstand der Arbeit bildet.

² Die in diesem Kapitel getroffenen Definitionen bilden die Grundlage für die weitere Verwendung im Verlauf dieser Arbeit und sorgen für einen einheitlichen Sprachgebrauch.

arten und Ressourcen, die in einem solchen Referenzmodell auftreten können, dargestellt. In einem letzten Schritt werden Rechenvorschriften zur Ermittlung der Teilprozesskosten entwickelt und vorgestellt.

Den Gegenstand des Kapitels fünf bildet die exemplarische Anwendung und Validierung des Prozesskostenmodells bei einem Automobilzulieferbetrieb in Bayern sowie einem Logistikdienstleister eines Automobilzulieferers in Ostwestfalen.

Abschließend fasst Kapitel sechs die Ergebnisse zusammen und gibt einen Ausblick auf die Weiterentwicklungsmöglichkeiten des Prozesskostenmodells.

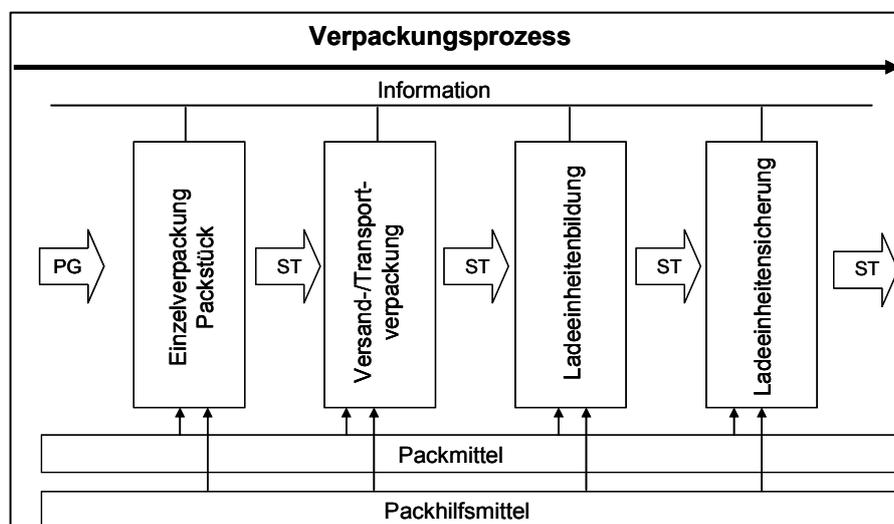
2. Manuelle Verpackungsarbeitsplätze

2.1 Begriffe und Definitionen

2.1.1 Verpackung

Gemäß der DIN 55405 und des § 3 Abs. 1 der Verpackungsverordnung werden unter Verpackungen „aus beliebigen Materialien hergestellte Produkte zur Aufnahme, zum Schutz, zur Handhabung, zur Lieferung oder zur Darbietung von Waren, die vom Rohstoff bis zum Verarbeitungserzeugnis reichen können und vom Hersteller an den Vertreiber oder Endverbraucher weitergegeben werden“, verstanden /DIN55405/, Vpv98/.

Der Verpackungsprozess ist durch eine eindeutige Ablaufstruktur gekennzeichnet, an dessen Beginn das Packgut steht, dieses wird zusammen mit der Verpackung zu einem Packstück vereinigt. In einem nächsten Schritt erfolgt die Zusammenfassung zu Versand-/Transportverpackungen, dann werden Ladeeinheiten gebildet und zum Schluss erfolgt die Ladeeinheitensicherung (vgl. Abb. 2.1).



PG = Packgut ST = Stückgut

Abb. 2.1: Der Verpackungsprozess (in Anlehnung an /Wie96, S. 3/)

Ein Packmittel besteht aus einem Packstoff und dient dazu, das Packgut zu umhüllen oder zusammenzuhalten, um es in einen versand-, lager- und verkaufsfähigen Zustand zu bringen. Dabei werden Packmittel nach ihrer Form in Schachteln, Kisten, Steigen, Dosen, Flaschen etc. differenziert. Packhilfsmittel sind Verpackungskompo-

nenten, die zusammen mit dem Packmittel die Gesamtheit der Funktion einer Verpackung erbringen /DIN55405/.

Bei einem Packgut handelt es sich um ein Gut, welches es zu verpacken gilt. Als Packung bzw. Packstück wird das Produkt des Verpackungsprozesses aus der Vereinigung von Packgut und Verpackung bezeichnet /DIN55405/.

Nach § 3 Abs. 1 der Verpackungsverordnung werden Verpackungen hinsichtlich ihres Einsatzes in logistischen Systemen in Verkaufs-, Um- sowie Transportverpackungen differenziert. Unter Verkaufsverpackungen werden Verpackungen verstanden, die als eine Verkaufseinheit angeboten werden und beim Endverbraucher anfallen /Vpv98/, /DIN55405/. Als Umverpackungen werden Verpackungen bezeichnet, die eine bestimmte Anzahl von Verkaufseinheiten enthalten, welche in der Verkaufsstelle zusammen an den Endabnehmer oder -verbraucher abgegeben werden oder allein zur Bestückung der Verkaufsregale dienen; diese Verpackungen können von der Ware entfernt werden, ohne dass dies deren Eigenschaften beeinflusst /Ric94/. Bei Transportverpackungen handelt es sich um Verpackungen, die den Transport von Waren erleichtern, die Waren auf dem Transport vor Schäden bewahren oder die aus Gründen der Sicherheit des Transports verwendet werden und beim Vertreiber anfallen /DIN55405/. Teilweise entsprechen die Verkaufsverpackungen den Transportverpackungen, dies ist immer dann der Fall, wenn ein Produkt direkt zum Endverbraucher geliefert wird z. B. im Versandhandel. Neben diesen drei Verpackungstypen unterscheidet die DIN 55405 noch eine vierte, die Versandverpackung. Hierbei handelt es sich um versandfertige Transportverpackungen /DIN55405/.

Für Versandschachteln, auf die im Rahmen dieser Arbeit der Fokus bei den Packmitteln gelegt wird, existiert ein internationaler Code. Dieser wurde vom europäischen Verband der Hersteller von Wellpappe (FEFCO³) und Vollpappe (ASSCO⁴) mit dem Ziel entwickelt, eine einheitliche Definition für Faltschachteln und Verpackungskonstruktionen in Form von einfachen, international gültigen Symbolen zu schaffen

³ FEFCO = Fédération Européenne des Fabricants de Carton Ondulé, Paris, Frankreich

⁴ ASSCO = Association Européenne des Fabricants de Caisses en Carton Compact, Den Haag, Niederlande

/ASSCO95/. Nachfolgend sind typische FEFCO-Grundtypen dargestellt, die an manuellen Verpackungsarbeitsplätzen verwendet werden (vgl. Abb. 2.2).

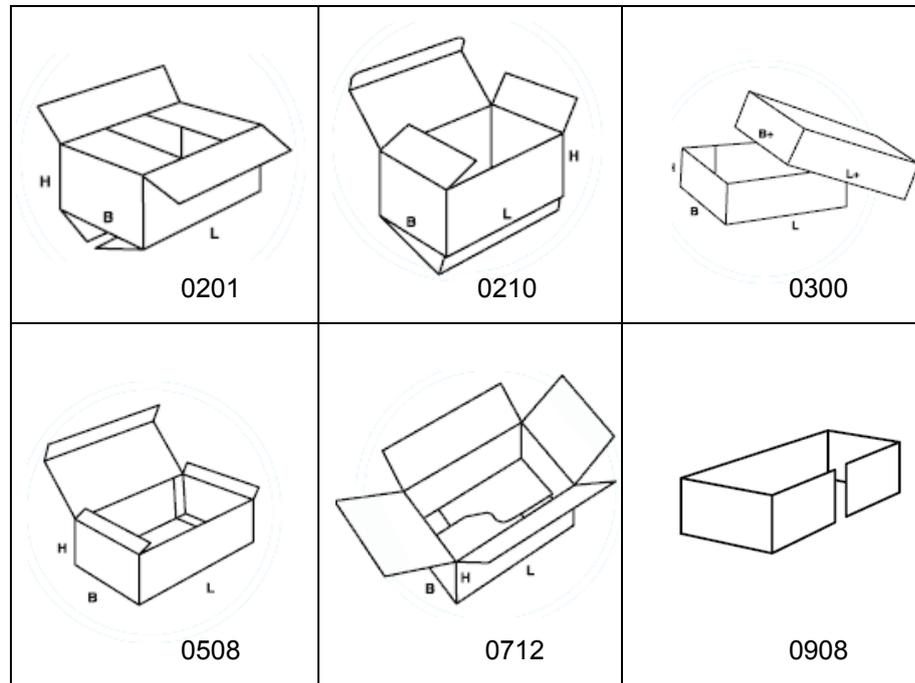


Abb. 2.2: Einsatzformen von FEFCO-Typen an manuellen Packplätzen /ASSCO95/

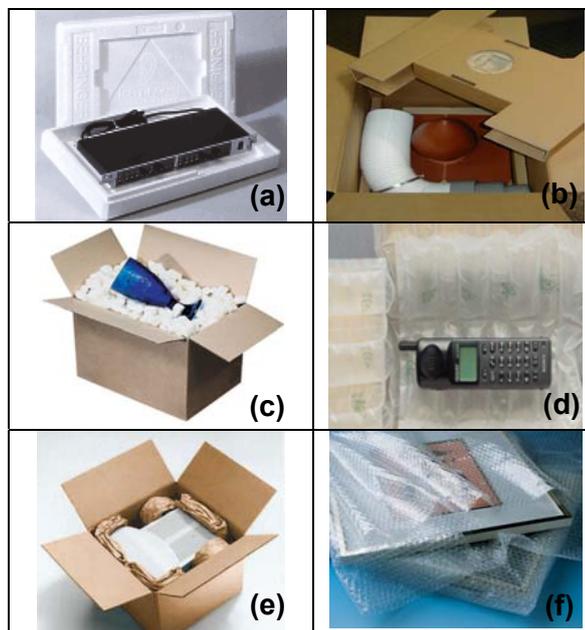
Eine selbst durchgeführte Marktanalyse des Angebots verschiedener Hersteller von Faltschachteln zeigte eine unüberschaubare Vielfalt am Markt erhältlicher Faltschachtelgrößen auf /Dze03/. Da sich die Faltschachtelabmessungen zum Teil nur marginal voneinander unterscheiden, wurden drei Klassen von Hauptabmessungen gebildet, um die Vielfalt an Faltschachteln abzudecken, die an manuellen Packplätzen zum Einsatz kommen. Dabei stellt die 3. Kategorie die größte manuell zu handhabende Grundabmessung dar /Jan97/ (vgl. Tab. 2.1).

Tab. 2.1: *Kategoriebildung von Faltschachtelabmessungen für manuelle Packplätze (in Anlehnung an /Dze03/)*

| Faltschachtel-Grundabmessungen | | |
|-----------------------------------|---|--|
| „klein“ | „mittel“ | „groß“ |
| $x < (300 \times 200) \text{ mm}$ | $(300 \times 200) \text{ mm} < x \leq 600 \times 400) \text{ mm}$ | $(600 \times 400) \text{ mm} < x \leq (600 \times 800) \text{ mm}$ |

Zu Packhilfsmitteln zählen Polstermittel, Schutzhilfsmittel, Ausstattungs-, Kennzeichnungs- und Sicherungsmittel sowie Verschleißhilfsmittel /DIN55405/. Bei den nachfolgend dargestellten Packhilfsmitteln handelt es sich jeweils um Ausführungsformen, die an manuellen Packplätzen eingesetzt werden.

Mit Hilfe der Polstermittel wird das Packgut gegen mechanische Beanspruchungen geschützt und in seiner Lage fixiert /DIN55405/. Polstermittel lassen sich gemäß ihrer Konstruktionsform grundsätzlich in Formpolster, aufzurichtende Polster, Schüttpolster und sonstige Polster unterscheiden (vgl. Abb. 2.3). Diese Ausführungsformen kommen auch an manuellen Verpackungsarbeitsplätzen zum Einsatz.



- (a) Formpolster z. B. aus expandiertem Polystyrol (EPS)
- (b) Aufzurichtende Polster z. B. aus Wellpappe
- (c) Schüttpolster z. B. aus expandiertem Polystyrol (EPS)
- (d) Polsterkissen z. B. Luftkissen aus Polyethylen (PE)
- (e) Polsterkissen z. B. aus Papier
- (f) Sonstige Polster z. B. Luftpolsterfolie aus Polyethylen (PE)

Abb. 2.3: *Beispiele polstermittelspezifischer Ausführungsformen /eigene Abbildung/*

Schutzhilfsmittel sind alle Packhilfsmittel, die als Hauptfunktion den Schutz des Packgutes vor nicht mechanischen Umwelteinflüssen haben und nicht primär die Funktion eines Pack- oder Polstermittels erfüllen. Das Spektrum reicht hier vom Feuchtigkeitsschutz (Schutz vor Korrosion z. B. durch Trockenmittel, VCI-Folien⁵) bis hin zum Schutz vor elektrostatischer Aufladung.

Zu Schutzhilfsmitteln für den Oberflächenschutz, die in Kap. 4 und Kap. 5 Oberflächenschutzhilfsmittel bezeichnet werden, zählen beispielsweise Beutel und Folien (vgl. Abb. 2.4).



Abb. 2.4: Typische Beispiele für Packhilfsmittel für den Oberflächenschutz /NN06e/

Typische Schutzhilfsmittel gegen Feuchtigkeit und Korrosion - im Folgenden vereinfachend Feuchtigkeitsschutzhilfsmittel genannt - stellen Trockenmittel und VCI-Folien dar (vgl. Abb. 2.5).

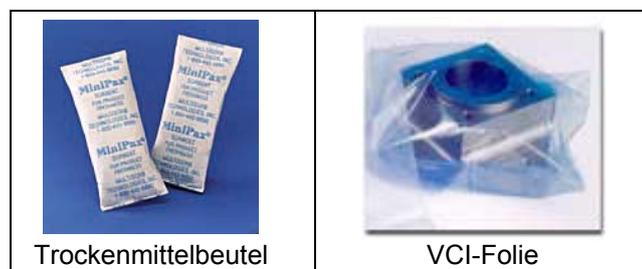


Abb. 2.5: Typische Schutzhilfsmittel gegen Feuchtigkeit und Korrosion /NN06f/

Nachfolgend sind einige Schutzhilfsmittel abgebildet (vgl. Abb. 2.6), die Packgüter vor elektrostatischer Aufladung schützen (im weiteren Verlauf der Arbeit statische Aufladung genannt).

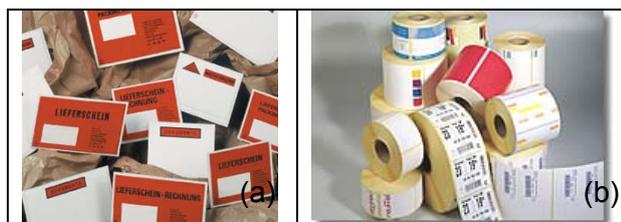
⁵ Bei einer VCI-Folie (volatile corrosive inhibitors) handelt es sich um eine mit Additiven versetzte Kunststoffolie, die durch Abgabe dieser Additive während des Transportes und der Lagerung eine Korrosion von Metalloberflächen des Packgutes verhindern soll /DIN55405/.



- (a) Ableitfähiger, antistatischer Beutel
- (b) Elektrisch leitfähiger Beutel
- (c) Elektrisch leitfähige Folie
- (d) Antistatische Folie

Abb. 2.6: Typische Schutzhilfsmittel gegen statische Aufladung /NN06e/

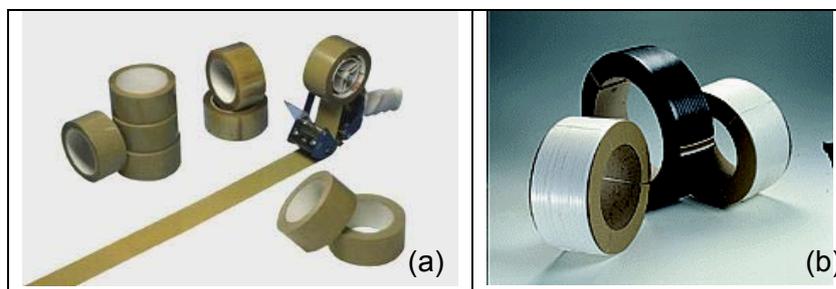
Bei Kennzeichnungsmitteln (vgl. Abb. 2.7) handelt es sich um Informationsmittel, welche Hinweise z. B. in Form von Logos, Kodierungen, Zeichen, Abkürzungen und Symbolen geben /DIN 55405/.



- (a) Begleitpapiertaschen
- (b) Etiketten

Abb. 2.7: Typische Kennzeichnungs- und Sicherungsmittel /NN06e/

Als Verschließhilfsmittel werden nach DIN 55405 Packhilfsmittel bezeichnet, die vorwiegend in Verbindung mit einem Verschließmittel zum Verschließen einer Packung dienen (vgl. Abb. 2.8).



- (a) Klebebänder
- (b) Umreifungsbänder aus Polypropylen (PP) und Polyethylenterephthalat (PET)

Abb. 2.8: Typische Verschließhilfsmittel /NN06e/

2.1.2 Betriebsmittel im Verpackungsprozess

Unter Betriebsmitteln, die beim Verpackungsprozess eingesetzt werden, werden sämtliche Betriebseinrichtungen verstanden, die diesen Prozess unterstützen.

Zu diesen Betriebsmitteln gehören die Verpackungsmaschinen. Dabei handelt es sich nach DIN 55405 um „Maschinen, die zum Verpacken gehörende Vorgänge ausführen. Hierzu zählen Hauptvorgänge wie Füllen, Verschließen (vgl. Abb. 2.11) und Einschlagen sowie vor- und nachgeschaltete Vorgänge, die dazu dienen, versand-, lager- und/ oder verkaufsfähige Packungen herzustellen. Formmaschinen, Aufrichtmaschinen (vgl. Abb. 2.9) und Maschinen für vor- und/oder nachgeschaltete Vorgänge, die mit dem Verpackungsvorgang in Verbindung stehen, zählen zu den Verpackungsmaschinen“.

Darüber hinaus sind eine breite Palette von Geräten und Hilfsmitteln zur Durchführung von Verpackungsprozessen notwendig. Vorzugsweise zählen hierzu (in Anlehnung an /DIN EN 415/):

Geräte und Hilfsmittel zum

1. Fördern, Ordnen und Speichern von Packgütern, Packstoffen, Packmitteln, Packhilfsmitteln oder Packungen, insbesondere Förderer mit Zusatzfunktionen zum Vereinzeln⁶, Puffern etc.
2. Lesen, Prüfen und Kontrollieren von Packgütern, Packstoffen, Packmitteln, Packhilfsmitteln oder Packungen, insbesondere Geräte zum Wiegen (z. B. Kontrollwaagen), zum Lesen (z. B. Scanner) etc.
3. Erleichtern manueller Verrichtungen beim Verpacken, insbesondere Hilfsmittel zum Verschließen mit Klebeband z. B. Klebebandabroller (vgl. Abb. 2.10), zum Verschließen mit Umreifungsbändern (vgl. Abb. 2.12), zum Kennzeichnen z. B. Etikettiergeräte (vgl. Abb. 2.13) etc.

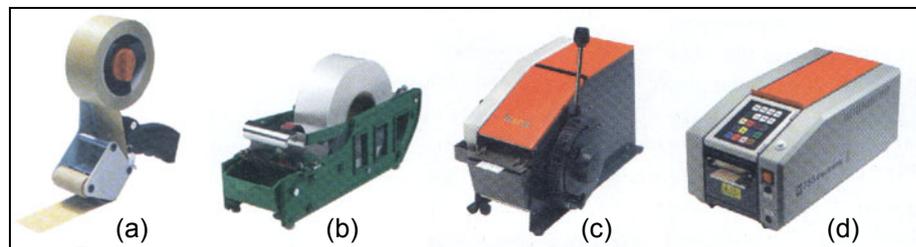
⁶ Hierbei handelt es sich um Einrichtungen, die einen Minimalabstand zwischen zwei aufeinander folgenden Stückgütern auf einem Förderer herstellen /Hen96/.

Mit Aufrichtmaschinen (vgl. Abb. 2.9) werden flachliegende Packmittel in einen räumlichen Zustand überführt, so dass sie anschließend mit Packgut befüllt werden können /Ble03, S. 26/.



Abb. 2.9: Halbautomatischer Bodenklappenfalter /NN06c/

Grundsätzlich wird bei den technischen Hilfsmitteln für die Verarbeitung von Klebebändern und Klebestreifen zwischen manuell, halbautomatisch und automatisch unterschieden (vgl. Abb. 2.10).



- (a) Handabroller
- (b) Tischabroller
- (c) Halbautomatischer Nassklebestreifenspender
- (d) Automatischer Nassklebestreifenspender

Abb. 2.10: Technische Hilfsmittel für den Einsatz von Klebebändern oder Klebestreifen /NN06e/

Mit einer Faltschachtelverschließmaschine z. B. einer halbautomatischen Kartonverschließmaschine werden die Innen- und Außenklappen der Faltschachteldeckel gefaltet und danach der Verschluss mit einem Klebestreifen fixiert (vgl. Abb. 2.11).

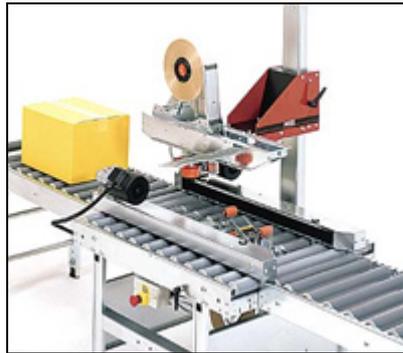
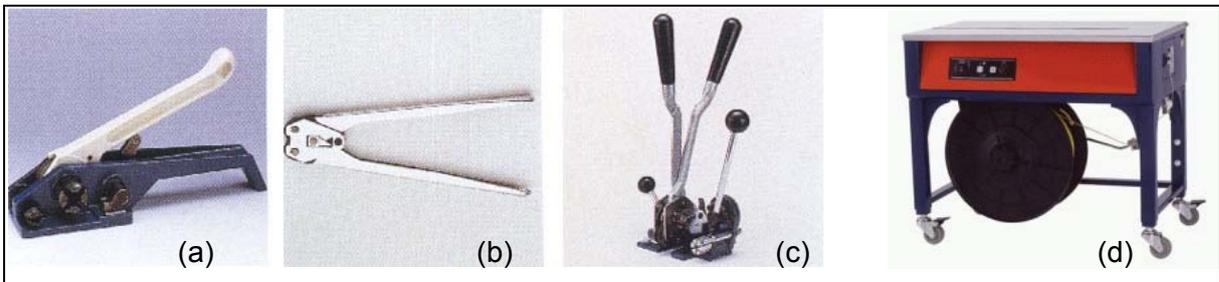


Abb. 2.11: Halbautomatische Kartonverschleißmaschine /NN06c/

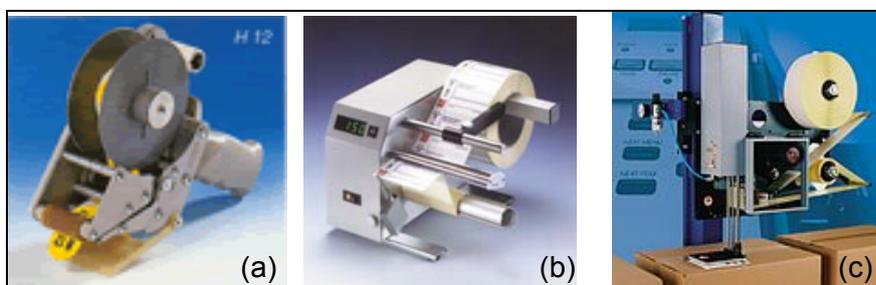
Für die Verarbeitung von Umreifungsbändern werden Geräte verwendet, welche diese nur spannen, nur verschließen oder mehrere Funktionen, einschließlich des Abschneidens des Umreifungsbandes, in einem Gerät integrieren (vgl. Abb. 2.12).



- a) Bandspanner (nur zum Spannen geeignet)
- b) Verschlusszange (nur zum Verschließen geeignet)
- c) Manuelles Kombigerät (zum Spannen, Verschließen und Abtrennen)
- d) Umreifungsautomat (zum Spannen, Verschließen und Abtrennen)

Abb. 2.12: Technische Hilfsmittel für den Einsatz von Umreifungsbändern /NN06f/

Grundsätzlich wird bei den Geräten für das Etikettieren zwischen manuell, halb- und vollautomatisch unterschieden (vgl. Abb. 2.13).



- a) Manueller Handetikettenspender
- b) Halbautomatischer Tischetikettenspender
- c) Vollautomatisches Druck-Spendesystem für Etiketten

Abb. 2.13: Technische Hilfsmittel für den Einsatz von Etiketten /NN07a/, /NN07b/

2.1.3 Definition des Begriffs Verpacken

Unter dem Begriff Verpacken wird nach DIN 55405 ein Vorgang als Teil eines Verpackungsprozesses verstanden, „bei dem das Packgut mit der Verpackung (Packmittel und Packhilfsmittel) nach einem Verpackungsverfahren mittels Verpackungsmaschinen, -einrichtungen und -geräten oder von Hand zu einer Packung vereinigt wird“.

Die Definition des Begriffs „Verpacken“ verdeutlicht, dass dieser Vorgang in verschiedenen Automatisierungsgraden durchgeführt werden kann. Grundsätzlich wird zwischen manuellem und maschinellm Verpacken unterschieden, wobei unter Bezug auf internationale Standards /NN05c/ maschinelles Verpacken weiter in teilautomatisiert und vollautomatisiert differenziert werden kann.

Von manuellem Verpacken wird gesprochen, wenn Güter durch Arbeitskräfte mit oder ohne technische Hilfs- und Betriebsmittel von Hand verpackt werden/Wie96, S. 2/. Dies ist auch dann der Fall, wenn eine geringe Anzahl von Verpackungstätigkeiten nicht rein manuell durchgeführt wird. Erfolgt z. B. die Bestückung von einfachen Verpackungsmaschinen, die einzelne Aufgabentätigkeiten verrichten, durch Arbeitskräfte, dann wird der Vorgang zwar mechanisiert durchgeführt, aber es sind keine durchgehenden Regelungsgrößen zur Steuerung des gesamten Verpackungsprozesses vorhanden. Auch bei einer teilautomatisierten Bestückung gilt dies, wenn zusätzlich die zugehörigen Förderstrecken Start- und Stopp-Funktionen beinhalten.

Im Gegensatz hierzu wird bei teil- und vollautomatisierten Verpackungsprozessen der überwiegende Anteil der grundlegenden Prozesse bzw. alle Operationen des Verpackungsprozesses von Maschinen übernommen und zusammenhängend gesteuert, lediglich die Kontrolle der ordnungsgemäßen Funktion der Maschinen erfolgt durch die Mitarbeiter.

Schließt sich der Verpackungsprozess direkt an die Produktion an, so handelt es sich im Regelfall um einen vollautomatischen Verpackungsprozess, der nicht den Gegenstand der Arbeit bildet.

Aufgrund schnelllebiger Märkte werden bei vielen Produkten in immer kürzeren Abständen neue Varianten auf den Markt gebracht, so dass hier ein hohes Maß an

Flexibilität gefragt ist, die in der Regel nur mit Hilfe manueller bis teilautomatisierter Verpackungsprozesse realisiert werden kann (Wie96, S. 17). Diese Produkte werden im Normalfall in separaten Bereichen (Kleinpackereien) verpackt. Insbesondere bei Produktneueinführungen, Promotionaktionen und der Abdeckung von Fertigungsspitzen wird auf die Nutzung von Kleinpackereien zurückgegriffen. Nicht selten arbeiten diese Bereiche als Profit-Center und damit zusätzlich als Lohnverpacker auch für andere Betriebe. So beinhaltet dieser Trend, dass nicht mehr alle im Unternehmen hergestellten Produkte im eigenen Betrieb verpackt werden, sondern zunehmend Lohnverpacker manuelle Verpackungsaufgaben übernehmen.

Die Verpackungsplätze in Kleinpackereien verfügen in der Regel nicht über entsprechende Einrichtungen zum Sichern von Ladeeinheiten. Zur Ladeeinheitensicherung werden die am Verpackungsarbeitsplatz auf Ladungsträgern bereitgestellten Packstücke an einen zentralen Ort transportiert. Dabei handelt es sich im Normalfall um den Versandbereich (Großpackerei). In Abhängigkeit der Unternehmensgröße und der Anzahl der zu verpackenden Produkte kann die Ladeeinheitensicherung auch in anderen Bereichen stattfinden.

Häufig bestehen Kundenaufträge aus unterschiedlichen Produkten. Die Zusammenstellung dieser Kundenaufträge erfolgt in Distributionszentren, entweder mit werkseigenen Produkten oder mit Handelswaren. In Distributionszentren sind ebenfalls Kleinpackereien anzutreffen, die nach der Kommissionierung der Produkte das Verpacken übernehmen.

Verpackungsarbeitsplätze existieren somit in produzierenden Unternehmen, bei Dienstleistern (Lohnverpackern) und in Distributionszentren.

2.2 Allgemeine Gestaltung und Ausstattung manueller Verpackungsarbeitsplätze

2.2.1 Organisationsformen

Zur Umsetzung einer Verpackungsaufgabe ist unter Berücksichtigung der gegebenen Verpackungsvarianten und -mengen eine geeignete Organisationsform zu wählen. Dabei sind die erreichbare Effizienz und Flexibilität der Verpackungsaufgabe stark von der gewählten Organisationsform abhängig. So erhöhen z. B. häufig in Verpackungslinien eingesetzte Aufrichte- oder auch Verschließmaschinen zwar die Effizienz, zeigen sich jedoch bezüglich eines Wechsels der Faltschachtelgröße wenig flexibel. Daraus ergibt sich, dass die Verpackungsaufgabe zusammen mit der Verpackungsmenge und der Anzahl der Varianten sowohl die Organisationsform (Anordnung der Arbeitsplätze) als auch die Arbeitsplatzgestaltung definiert, wobei Anordnung und Gestaltung der Arbeitsplätze sich wechselseitig beeinflussen, was in Abb. 2.14 dargestellt ist.

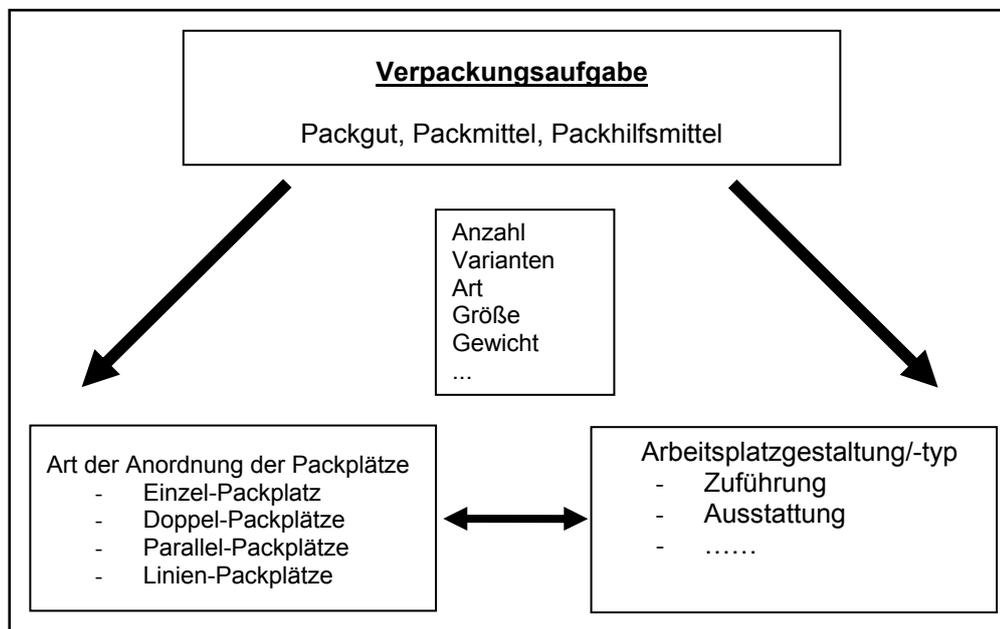


Abb. 2.14: Verpackungsdreieck /eigene Abbildung/

Für die Auswahl der Organisationsform sind bei einzelnen Verpackungsaufgaben:

- die Anzahl der Arbeitsplätze,
- die Anordnung der Arbeitsplätze und
- die Verpackungstätigkeiten an den einzelnen Arbeitsplätzen

festzulegen.

Die Gestaltung und die Ausstattung der jeweiligen Verpackungsarbeitsplätze werden dadurch bestimmt, inwieweit die notwendigen Prozessschritte der Verpackungsaufgabe auf die vorhandenen Arbeitsplätze verteilt werden.

Für die Prozessschritte der einzelnen Verpackungsaufgaben ergeben sich grundsätzlich zwei Möglichkeiten:

Durchführung

- aller Prozessschritte an einem Arbeitsplatz oder
- einzelner oder zusammengefasster Prozessschritte an verschiedenen Arbeitsplätzen.

Werden alle für einen spezifischen Verpackungsprozess erforderlichen Tätigkeiten von einer Person an einem Arbeitsplatz durchgeführt, handelt es sich um einen Einzelverpackungsarbeitsplatz. Häufig sind mehrere Plätze parallel angeordnet.

Die Einrichtung paralleler Verpackungsarbeitsplätze erfolgt dann, wenn die geforderte Anzahl an zu verpackenden Produkten das Leistungsvermögen eines Mitarbeiters übertrifft /Gud99, S. 242/. In diesem Fall werden mehrere gleichartige Verpackungsarbeitsplätze genutzt.

Die kleinste Anordnung, die häufig Verwendung findet, stellen Doppelpackplätze (vgl. Abb. 2.15) dar.

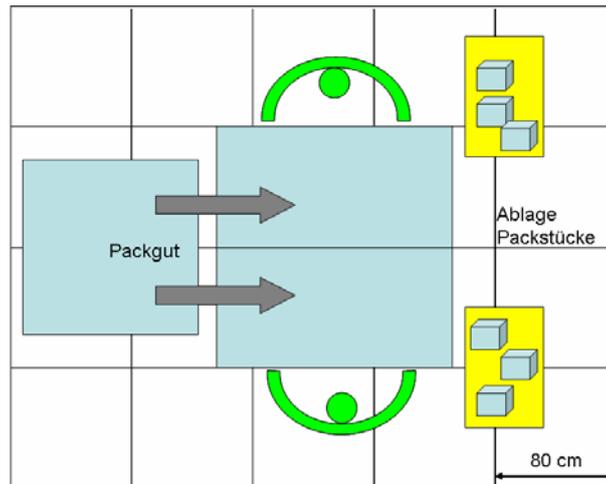
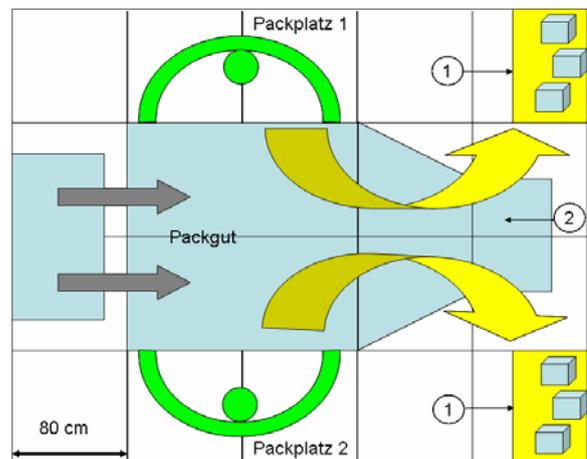


Abb. 2.15: Skizziertes Beispiel eines Doppelpackplatzes /eigene Abbildung/

Oft werden an diesen Arbeitsplätzen nicht alle Verpackungstätigkeiten vom Aufrichten bis zum Verschließen der Packmittel ausgeführt. Der Prozess Verschließen wird häufig an einem zentralen Packplatz durchgeführt. Abb. 2.16 zeigt die kleinste mögliche Kombination einer solchen Anordnungsstruktur. Dort sind zwei Arbeitsplätze in Form eines Doppelpackplatzes dargestellt, die gemeinsam eine Umreifungsanlage nutzen.



- 1 = Ablage Packstücke
- 2 = Umreifung Packstücke

Abb. 2.16: Beispiel eines Doppelpackplatzes mit gemeinsamer Umreifungsanlage /NN06j/

Die Einrichtung bzw. Besetzung weiterer paralleler Verpackungsarbeitsplätze kann an das jeweilige Verpackungsvolumen angepasst werden. In diesen Fällen wird eine Anordnung gewählt, bei der das Packgut über einen Stetigförderer an die seitlich angebrachten Verpackungsarbeitsplätze transportiert wird (vgl. Abb. 2.17).

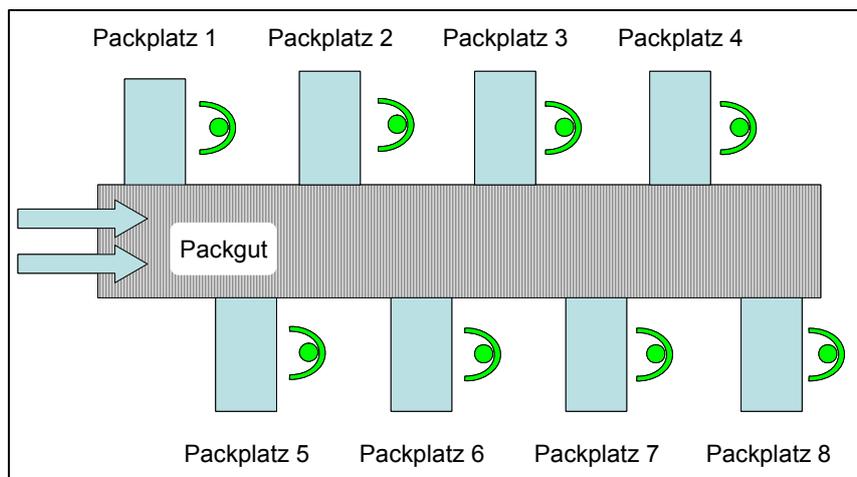


Abb. 2.17: Parallele Anordnung von Einzelverpackungsarbeitsplätzen /NN02/, /NN05d/

Auch in der rechten Darstellung der Abb. 2.17 fehlt als Verpackungstätigkeit das Verschließen des Packstücks, dies erfolgt an einer zentralen Stelle mit einem Umreifungsautomaten.

Werden an einem Arbeitsplatz nur einzelne oder zusammengefasste Prozessschritte ausgeführt und liegen die Arbeitsplätze entsprechend der Prozessreihenfolge hintereinander, so liegt das klassische Prinzip der Fließfertigung vor /Rie03/. Hierbei sind die Arbeitsplätze nach dem Prozessdurchlauf angeordnet (Verpackungslinie). Der Begriff der Verpackungslinie wird hier somit unabhängig von einem etwaigen Mechanisierungsgrad der Linie verwendet.

Bei Verpackungslinien können mehrere Linien oder Linienteile parallel angeordnet sein.

Die Abgrenzung zwischen Verpackungslinie und einzelnen Verpackungsarbeitsplätzen ist unter Umständen schwierig. Gemäß der Definition des Begriffs „Ver-

packen“ endet ein Verpackungsprozess erst mit dem Verschließen des Packstücks, somit stellt der in Abb. 2.16 dargestellte Doppelpackplatz streng genommen eine Verpackungslinie dar, da die gemeinsam genutzte Umreifungsanlage als separater Arbeitsplatz gestaltet ist.

Vielfach existieren in den Unternehmen mehrere unterschiedliche Organisationsformen nebeneinander - Verpackungslinien und Einzelverpackungsplätze.

2.2.2 Arbeitsplatzgestaltung

Abgeleitet von der Verpackungsaufgabe und einer bereits vorgegebenen Anordnung der Arbeitsplätze (vgl. Abb. 2.14) ergibt sich die Gestaltung der Einzelverpackungsplätze bzw. der einzelnen Packplätze in einer Linie.

Während bei den Einzelarbeitsplätzen alle Aufgaben am Platz erledigt werden können, wobei sich standardisierte Verpackungsarbeitsplätze bzgl. Ausstattung und Aufbau etabliert haben, werden in der Linie nur einzelne Prozessschritte am Arbeitsplatz durchgeführt. Dabei ist der einzelne Arbeitsplatz speziell auf den jeweiligen Prozessschritt zugeschnitten, d. h. hier werden nicht alle, sondern grundsätzlich nur eine Verpackungstätigkeit ggf. mehrere Verpackungsvorgänge durchgeführt. Somit ist es ausreichend, einfachere Arbeitstische einzusetzen. Standardtische finden in der Regel keine Verwendung. Sie sind dafür ausgelegt, dass an ihnen sämtliche Verpackungstätigkeiten - vom Aufrichten bis zum Verschließen der Packmittel - ausgeführt werden können, somit wären sie für Verpackungsplätze, die in einer Linie geschaltet sind (vgl. Linienverpackungsplatztypen in Kap. 2.5), überdimensioniert.

Für die konkrete Gestaltung eines Verpackungsarbeitsplatzes sind drei Kernfragen zu entscheiden:

- Welche Packgüter, Pack- und Packhilfsmittel sowie technische Hilfs- und Betriebsmittel sollen eingesetzt werden?
- An welcher Stelle am Verpackungsplatz sind diese unterzubringen?
- Auf welche Weise muss dies umgesetzt werden?

Während bei der ersten Frage generell die Ausstattung manueller Verpackungsarbeitsplätze im Vordergrund steht, zielt die zweite Frage durch eine optimale Anordnung von Packmaterialien und Betriebsmitteln auf eine möglichst hohe Effektivität im Verpackungsablauf ab (vgl. Kap. 2.2.2.2). Nicht unerheblich ist dabei die Beachtung ergonomischer Gesichtspunkte, die im dritten Fragenbereich thematisiert wird (vgl. Kap. 2.2.2.3).

2.2.2.1 Ausstattung manueller Verpackungsarbeitsplätze

Die erforderliche Ausstattung eines Verpackungsarbeitsplatzes hängt von der jeweiligen Verpackungsaufgabe ab, die im Zusammenhang mit den Arbeitsplatztypen in Kap. 2.4 und Kap. 2.5 beschrieben wird. Zur Ausstattung zählen die Packgüter, die Packmittel, die Packhilfsmittel, die technischen Hilfs- und Betriebsmittel, die bereits in Kap. 2.1 beschrieben wurden, sowie der Paktisch, dessen Ausstattung und Gestaltung im Folgenden dargestellt wird.

Als Paktische werden unterschiedliche Arten verwendet, die von einfachen Arbeitstischen bis zu standardisierten Paktischen reichen.

Grundsätzlich weist ein Paktisch folgende Abmessungen auf:

- Standardlänge: 1200 mm bis 2000 mm
- Standardbreite: 800 mm bis 1200 mm
- Standardhöhe: 850 mm bis 870 mm

Der für Einzelverpackungsarbeitsplätze existierende Standardpaktisch besteht neben dem eigentlichen Pack- bzw. Arbeitstisch aus einem Anbaurückwandgestell, das in der Regel mehrere Ablagen z. B. für Kartonagen-/Kleinteile-Magazine, Steckdosen, Beleuchtung, Monitor, Tastatur und Maus etc. enthält. Er lässt sich modular auf die entsprechenden Belange der Verpackungsaufgabe und die persönlichen Anforderungen des Verpackers einstellen bzw. erweitern z. B. durch Hubtische, integrierte Waagen, eine höhenverstellbare Arbeitsplatte etc. Abb. 2.18 zeigt die charakteristischen Einzelteile eines solchen Paktisches.



- | | | |
|-----------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1 = Integrierte Waage mit Anzeige | 2 = Hubtisch | 3 = Papierpolstersystem |
| 4 = Packtisch | 5 = Adressschutz | 6 = Luftpolstersystem |
| 7 = Ablage | 8 = Monitor u. Tastatur | |

Abb. 2.18: Beispiel eines Packtisches /NN06b/

Häufig werden jedoch, insbesondere bei Lohnverpackern, keine Standardpacktische im Packbereich verwendet, in diesen Fällen kommen normale Arbeitstische zum Einsatz /NN06I/, /NN06m/. Auch in der Literatur sind entsprechende Packtischausführungen zu finden /Har90/. In der weitergehenden Arbeit wird, wenn nichts anders dargestellt, von einem Standard-Packtisch ausgegangen.

2.2.2.2 Anordnung der Materialien sowie der technischen Hilfs- und Betriebsmittel an manuellen Verpackungsarbeitsplätzen

Je nach Aufgabenstellung ist nicht nur die Ausstattung des Packplatzes mit den verschiedenen Materialien mehr oder weniger vielfältig, sondern davon abhängig auch die Anordnung der Materialien sowie der technischen Hilfs- und Betriebsmittel.

Ohne die genaue Anordnung an den einzelnen Packplätzen vorwegzunehmen (vgl. Kap. 2.4 und Kap. 2.5) lassen sich allgemeine Gestaltungsprinzipien darstellen. Dies trifft besonders auf Standardverpackungsarbeitsplätze zu, für Verpackungsplätze in Linien meist weniger. Hier sind Ausstattung und Anordnung auf den jeweiligen Pro-

zessschritt weitgehend eng abgestimmt, so dass die nachfolgend beschriebenen Richtlinien nicht ohne weiteres Berücksichtigung finden.

Im Weiteren werden anhand eines Standardverpackungsplatzes 4 Bereiche dargestellt, in denen bestimmte Materialien sowie technische Hilfs- und Betriebsmittel positioniert werden sollten (vgl. Abb. 2.19). Hierbei handelt es sich um:

1. den Paktisch selbst,
2. den Bereich oberhalb des Paktisches,
3. den linken und rechten Bereich des Paktisches sowie den hinteren Bereich und
4. den Bereich unter dem Paktisch.

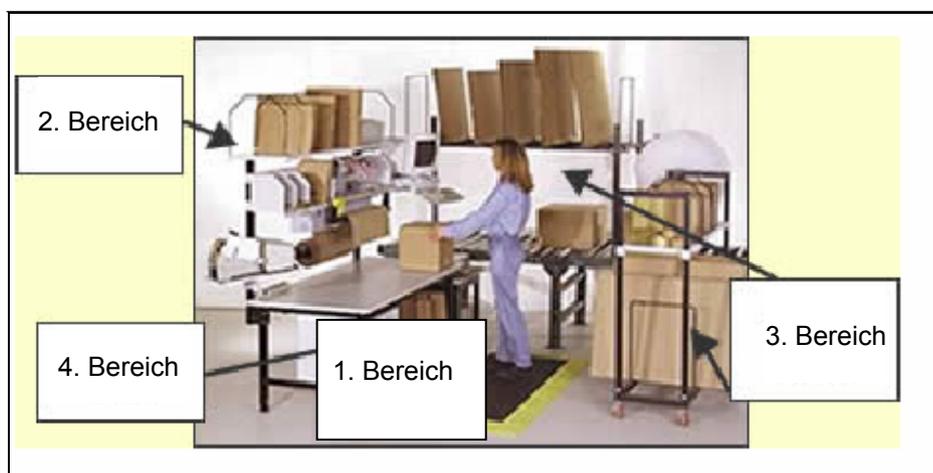


Abb. 2.19: Unterbringungsmöglichkeiten am Packplatz /NN06k/

Die in Kap. 2.1.1 und Kap. 2.1.3 beschriebenen Pack- und Packhilfsmittel sowie Betriebsmittel müssen angepasst an die jeweilige Verpackungsaufgabe in diesen vier Bereichen positioniert werden. Hierzu sind die Materialien gemäß der ABC-Analyse in eine Rangfolge bzgl. der Häufigkeit des Gebrauchs einzuordnen /NN06k/. Zu den A-Materialien zählen die am häufigsten verwendeten Packmittel, Packgüter sowie Betriebsmittel zum Verschließen der Faltschachteln. Diese Materialien sind in den Bereichen 1 und 2 sowie in dem linken und rechten Teil des 3. Bereichs zu platzieren, da diese zu dem ergonomisch erreichbaren dreidimensionalen Greifraum zählen (vgl. ausführlichere Erläuterung in Kap. 2.2.2.3).

Nachfolgend wird im Detail aufgeführt, welcher Materialtyp in welchem der 4 Bereiche platziert werden sollte.

Die Oberfläche des Packtisches (Bereich 1) sollte, wenn eben möglich, nicht für die Lagerung von Materialien genutzt werden, sondern vornehmlich für die Verpackungstätigkeit frei bleiben. Dies trifft insbesondere für die eigentliche Packzone innerhalb der Packtischoberfläche zu (vgl. Kap. 2.2.2.3).

Oberhalb des Packtisches - im 2. Bereich - sind folgende Gegenstände zu platzieren:

- Häufig verwendete Faltschachtelzuschnitte in verschiedenen Größen,
- Kleinteile-Magazine (teilweise von hinten befüllbar),
- Monitor, Tastatur, Maus (hängend),
- Anweisungen (Klapptafeln z. B.),
- Auftragsbezogene Papiere,
- Schreibutensilien,
- Persönliche Materialien,
- Kleine Oberflächenschutzmittel (z. B. Beutel) und
- Polstermittel z. B. Luftpolsterfolie, eine Dosiereinrichtung für Schüttpolster etc.

Der linke und rechte Teil eines Packtisches (3. Bereich) sind vornehmlich für die Anlieferung der Packgüter, die Lagerung leerer Transportbehälter und die Lagerung von Packstücken zu verwenden.

Unter dem Packtisch (4. Bereich) sind Papierrollen zur Herstellung von Papierpolstern, selten verwendete Faltschachtelformate, ein PC mit Serveranbindung und Schubladen mit einem Vorrat an Klebebändern zu platzieren.

Allerdings ist es nicht sinnvoll, häufiger einzusetzende Materialien hier zu positionieren, da der/die Verpacker/in erst einen Schritt zurücktreten und sich bücken muss, um diesen Bereich zu erreichen.

2.2.2.3 Ergonomische Gestaltung manueller Verpackungsarbeitsplätze

Bei der ergonomischen Gestaltung (Produktionsergonomie) von Verpackungsarbeitsplätzen geht es darum, mitarbeitergerechte Arbeitsbedingungen zu schaffen. Hier besteht das Ziel darin, durch Reduzierung der Belastungen des Mitarbeiters deren

Leistungsfähigkeit zu steigern und damit zugleich die Effizienz der Verpackungstätigkeiten zu erhöhen.

Grundlage bilden hierfür eine Reihe von Gestaltungsvorgaben, die in Richtlinien (z. B. der DIN EN ISO 14738), Gesetzen und Verordnungen festgelegt sind. In Deutschland sind neben der Gewerbeordnung, dem Arbeitsschutzgesetz insbesondere mit der Betriebssicherheits-, der Arbeitsstätten- und der Lastenhandhabungsverordnung, dem Arbeitssicherheitsgesetz sowie dem Geräte- und Produktsicherheitsgesetz die Eckpfeiler für Ergonomie am Arbeitsplatz vorgegeben.

Den wichtigsten Aktionsraum für den Verpacker stellt der Greifraum dar /DIN 33402/. Mit Hilfe des Greifraumes (vgl. Abb. 2.20) lässt sich der Bereich darstellen, in dem Materialien mit der Hand berührt, gegriffen und bewegt werden können /Teu94/. Der anatomisch maximale Greifraum ist dabei der Aktionsraum, der mit maximal ausgestrecktem Arm erreicht werden kann. Für die praktische Anwendung ist jedoch der sogenannte physiologisch maximale Greifraum von Bedeutung, bei dem Mitbewegungen des Schultergelenks vermieden werden /Het80/. Der kleine Greifraum umfasst jenen Radius, der mit abgewinkeltem Arm erreicht werden kann.

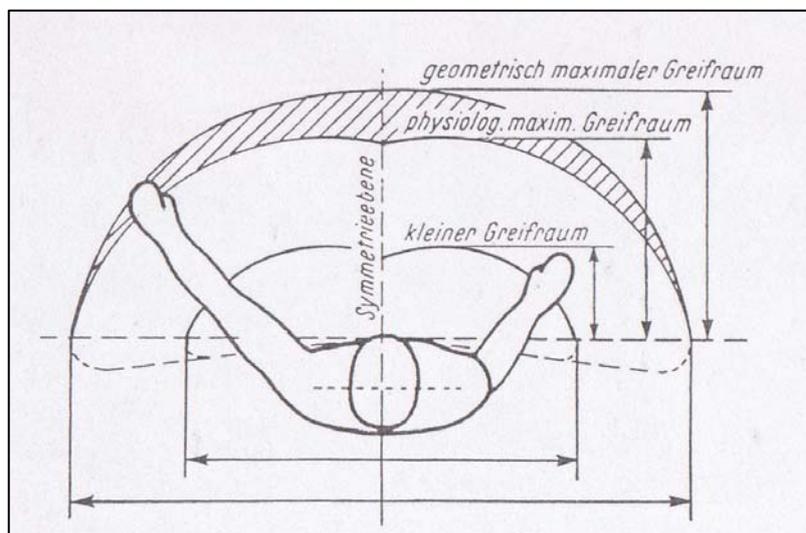


Abb. 2.20: Horizontale Darstellung der Greifräume /lfa77/

Die Größe der Greifräume ist abgeleitet aus der allgemeinen Kenntnis der anthropometrischen Daten der unterschiedlichsten Personen /Sei02/. Daraus lassen sich die entsprechenden Eckdaten eines Verpackungsplatzes wie z. B. auch dessen Höhenmaße berechnen /Rüh06/.

Bei der Gestaltung von Greifräumen sollten diese generell nach dem 5. Perzentil der Frau ausgelegt werden. Nur so kann zum einen sichergestellt werden, dass die dimensionierten Greifräume von allen Personen genutzt werden können, da für größere Personen ausgelegte Bereiche von kleineren Personen nicht mehr problemlos erreicht werden können. Umgekehrt ist dies aber der Fall. Zum anderen berücksichtigt die Wahl des Perzentils der Frau auch die Tatsache, dass manuelle Verpackungstätigkeiten fast ausschließlich von Frauen durchgeführt werden /Har90, S. 5/.

Zusätzlich ist unter dem Blickwinkel der ergonomischen Auslegung bei der Arbeitsplatzgestaltung die Anordnung der Materialien des Packplatzes (vgl. Kap. 2.2.2.2), deren gute Erreichbarkeit innerhalb des Greifraums zu berücksichtigen.

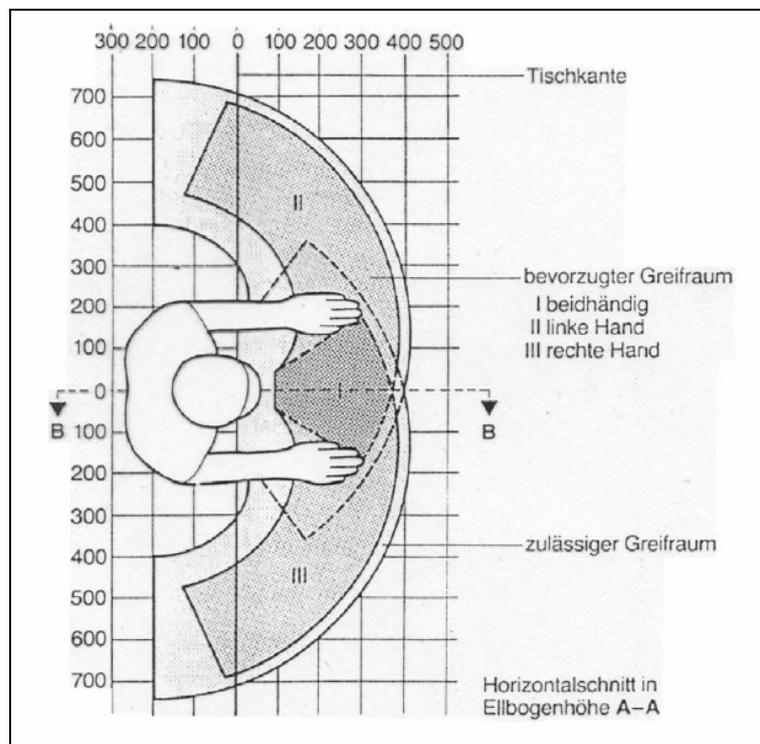


Abb. 2.21: Greifzonen im Greifraum (Angaben in mm) /Nau04/

Der (physiologisch maximale) Greifraum wird dabei in das Arbeitszentrum (Zone I), in den bevorzugten Greifraum (Zone II und Zone III) sowie den zulässigen Greifraum unterteilt /Nau04/, /Har90, S. 8/. Für die Anordnung der Arbeitsmittel in diesen Greifräumen bedeutet das, was häufig benutzt wird, liegt im bevorzugten Greifraum, was

seltener eingesetzt wird, im zulässigen Greifraum. Direkte Arbeitsabläufe finden im Arbeitszentrum in Zone I statt.

Somit wird der bevorzugte Greifraum für die Lagerung von Materialien und die Unterbringung von technischen Betriebsmitteln, die oft gegriffen werden müssen, verwendet.

Neben den anthropometrischen Daten spielt die physiologische Arbeitsgestaltung wie z. B. Arbeitshaltung und Arbeitsstellung eine große Rolle.

Es können nicht alle ergonomischen Gestaltungsaspekte beschrieben werden, da das den Rahmen der Arbeit sprengen würde. Jedoch können zusammenfassend minimale Gestaltungsrichtlinien für Verpackungsarbeitsplätze aufgestellt werden, die sich in folgenden Regeln ausdrücken lassen /Spa98/:

- Anordnung häufig einzusetzender Pack- und Packhilfsmittel sowie technischer Hilfs- und Betriebsmittel im Greifraum,
- Bewegungen zur Arbeitsausführung sollten den natürlichen Bewegungsabläufen des menschlichen Körpers folgen, die Anordnung der Verpackungsmaterialien und technischen Hilfsmittel ist darauf abzustimmen,
- Ermöglichung und Förderung von Haltungswechseln am Verpackungsarbeitsplatz,
- Sicherstellung kurzer Greifwege zu Werkzeugen, Vorrichtungen und Teilbehältern sowie möglichst gleiche Greifhöhen und
- Bereitstellung sicherer und einfacher Ablagevorrichtungen für Verpackungsmaterialien und Betriebsmittel.

2.3 Charakterisierung manueller Verpackungsarbeitsplätze

Auch unter Verwendung von Standardpackplätzen bietet das Layout eines Einzelpackplatzes bezüglich der Packgüter bzw. dem Abtransport der Packstücke, dem Einsatz der Polsterarten, den Anordnungsmöglichkeiten etc. ein derart großes Spektrum an, dass es weder möglich, noch sinnvoll erscheint, sämtliche Verpackungsarbeitsplätze zu beschreiben. Insbesondere dann nicht, wenn sich diese Plätze nur marginal voneinander unterscheiden so z. B. in der geometrischen Anordnung (vgl. Har90, S. 29 - 30, S. 35 - 37). Prinzipiell zeigt dies, dass keine eindeutigen Merkmale

existieren, mit denen Verpackungsarbeitsplätze deutlich voneinander abgegrenzt werden können. Da auch in der Literatur diesbezüglich keine weiterführenden Hinweise zu finden sind, werden in den folgenden Kapiteln zunächst mögliche Abgrenzungskriterien definiert und mit ihnen dann eine Systematik entwickelt, die es ermöglicht, die Verpackungsaufgaben und -plätze weiter zu klassifizieren.

2.3.1 Analyse von Ausprägungsmerkmalen manueller Verpackungsarbeitsplätze als Basis für ihre Klassifizierung

Um eine Klassifizierung manueller Verpackungsarbeitsplätze vornehmen zu können, sind charakteristische Merkmale zu finden, die die Verpackungsplätze prägen. Hierzu kommen mehrere Möglichkeiten in Betracht:

- die Anordnung der Materialien und Geräte,
- die Zu- und Abführung von Packgut bzw. Packstück und
- die Menge und Zusammensetzung des Packgutes.

Die Abbildungen der Verpackungsarbeitsplätze in der Literatur /Har90/ sind sehr detailliert und geben die genauen Positionen aller vorhandener Materialien und Betriebsmittel sowohl auf dem Arbeitstisch (Faltschachteln, Packgut, Etikettierer etc.) als auch im benötigten Umfeld (Beistelltische, Paletten etc.) zentimetergenau wieder.

Schon aus Plausibilitätsgründen folgt, dass sich das optische Layout eines Verpackungsplatzes zwar beispielsweise durch einen schräggestellten Beistelltisch ändert, dadurch jedoch kein grundsätzlich neuer Packplatztyp entsteht. Die unterschiedliche Anordnung der Materialien stellt somit nur eine Variante bei gleichem Verpackungsplatztyp dar, so dass dieses Kriterium nicht zur Klassifizierung herangezogen wird.

Bei der Art der Zuführung der Packgüter und dem Abtransport der Packstücke kann grundsätzlich zwischen kontinuierlicher und diskreter Förderung unterschieden werden. Die maximal möglichen Varianten können kombinatorisch ermittelt werden und sind in Abb. 2.22 dargestellt.

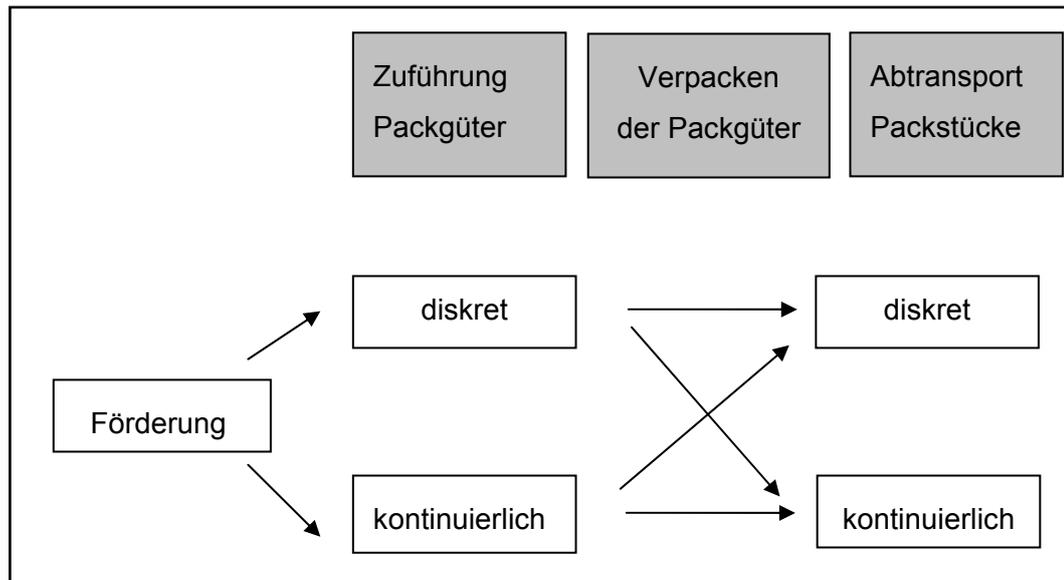


Abb. 2.22: Mögliche Varianten der Förderung von Packgütern und Packstücken /eigene Abbildung/

Aus der Darstellung in Abb. 2.22 ergeben sich von links nach rechts den Pfeilen folgend vier Möglichkeiten; eine Möglichkeit lautet hierbei z. B. diskrete Zuführung der Packgüter und kontinuierlicher Abtransport der Packstücke. Diskret bedeutet dabei z. B. die Zuführung der Packgüter auf einer Palette während bei den Packstücken Fördermittel wie etwa Rollenbahnen eingesetzt werden.

Für die Positionierung des Zu- und Abtransportes am Arbeitstisch kommen prinzipiell nur 7 Positionen am Paktisch in Frage. Diese Positionen sind in Abb. 2.23 wiedergegeben.

Bei der Festlegung der Möglichkeiten wird davon ausgegangen, dass an einer Seite nicht gleichzeitig ein An- und Abtransport erfolgt. In der Regel wird aus ergonomischen Gründen ein Wechsel zwischen den Seiten vorgenommen.

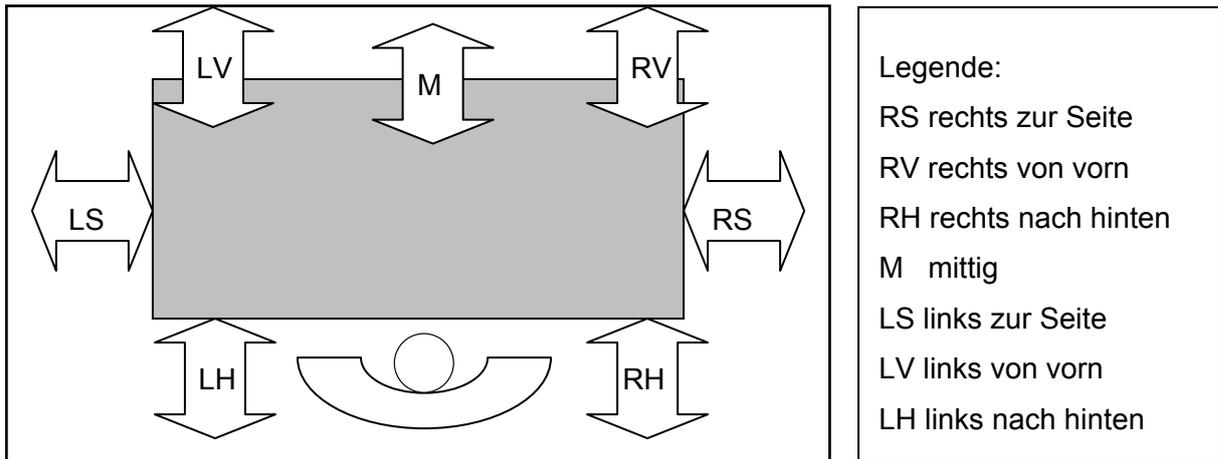


Abb. 2.23: Positioniermöglichkeiten der Zu- bzw. Abführung am Packtisch /eigene Abbildung/

Wird die Anzahl der Förder- mit den Positioniermöglichkeiten am Packtisch kombiniert, so ergeben sich 84 Varianten. Diese hohe Anzahl macht deutlich, dass in den weiteren Beispielen nicht alle Möglichkeiten aufgezeigt werden können. Obwohl die Wahl der Zu- und Abführung und deren Positionierung der Materialien den Aufbau des Verpackungsplatzes stark beeinflussen, wird die eigentliche Tätigkeit des Verpackens durch sie nicht charakterisiert. Dies lässt sich leicht durch eine einfache Überlegung zeigen. Wird bei der Zu-/Abführung eine Variation der Seite vorgenommen, so ändert sich dadurch nichts am Ablauf. Die neue Abfolge der Verpackungstätigkeiten entspricht der ursprünglichen, lediglich mit dem Unterschied, dass das Vorgehen seitenverkehrt abgebildet wird.

Selbst bei Ersetzung der diskreten durch eine kontinuierliche Einzelförderung des Packgutes entfällt hierdurch nur der Platz für die Transportbehälter mit dem Packgut, der Verpackungsprozess selbst ändert sich nicht.

Daher wird im Weiteren dieses Kriterium zwar stets im Detail beschrieben, jedoch nicht für eine weitere Klassifizierung herangezogen.

In Abhängigkeit von der Menge und Zusammensetzung der Packgüter, die verpackt werden sollen, kommen unterschiedliche Verpackungsarbeitsplätze zum Einsatz, so dass dieses Merkmal als Abgrenzungskriterium verschiedener Packplatztypen herangezogen wird. Dieses Vorgehen wird detailliert im folgenden Kapitel behandelt.

2.3.2 Systematik zur Klassifizierung

Verpackungsaufgaben können grundsätzlich in zwei Typen unterschieden werden: in Verpackungsaufgaben mit nur einem Verpackungsprozess und kombinierte Verpackungsaufgaben mit mehreren Verpackungsvorgängen, die jedoch an einem Packplatz durchgeführt werden. Abb. 2.24 verdeutlicht diese Unterscheidungsmöglichkeiten.

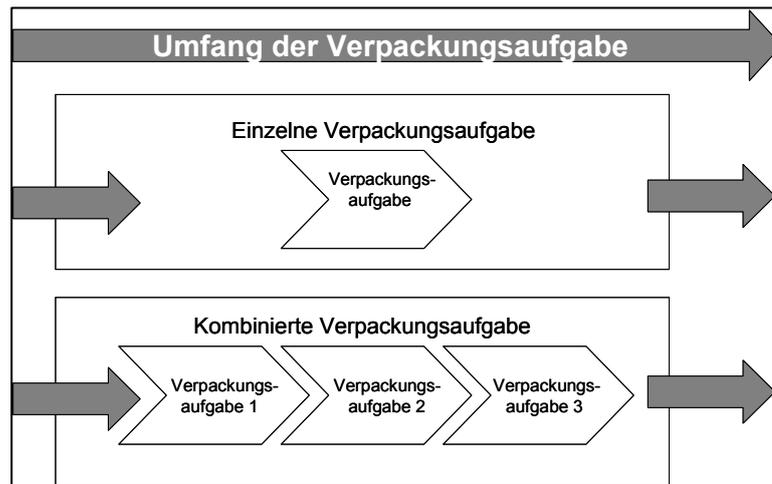


Abb. 2.24: Einzelne und kombinierte Verpackungsaufgabe /eigene Abbildung/

Werden in einem ersten Schritt Kleinteile in eine Faltschachtel eingefügt und diese anschließend in eine weitere Umverpackung eingesetzt, so handelt es sich beispielsweise um eine kombinierte Verpackungsaufgabe. Jede kombinierte Verpackungsaufgabe lässt sich in zwei ggf. mehrere einzelne Verpackungsaufgaben unterteilen. Daher werden im Weiteren nur einzelne Verpackungsaufgaben betrachtet und analysiert.

Bei der Klassifizierung der Verpackungsaufgabe können zwei den Verpackungsprozess prägende Merkmale unterschieden werden:

- die Anzahl der Packgüter pro Packstück und
- die Zusammensetzung der zu verpackenden Packgüter pro Packstück.

Bei der Verpackungsaufgabe kann prinzipiell unterschieden werden, ob ein Packgut oder mehrere verpackt werden sollen (vgl. Abb. 2.25).

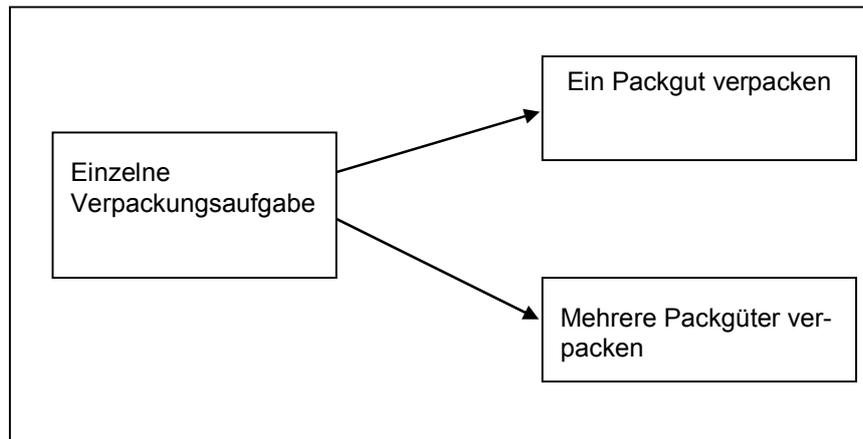


Abb. 2.25: *Quantitative Differenzierung der Verpackungsaufgabe bzgl. des Packgutes /eigene Abbildung/*

Sind laut Verpackungsaufgabe mehrere Güter zu verpacken, so lässt sich die Aufgabe zusätzlich hinsichtlich der Variationsmöglichkeiten in der Zusammenstellung des Packgutes differenzieren. Bei der einfachsten Möglichkeit werden die zu verpackenden Güter folgendermaßen eingeteilt:

- a) Gleichartige Packgüter und
- b) Verschiedenartige Packgüter.

Weitere Differenzierungen sind möglich. So kann beim Verpacken gleichartiger Güter der Spezialfall des „Umverpackens“ weiter unterschieden werden (vgl. Definition der Umverpackungen in Kap. 2.1.1). Im weiteren Verlauf der Arbeit wird bei der Tätigkeit „Umverpacken“ immer davon ausgegangen, dass hierbei gleichartige Güter verpackt werden, obwohl in der Praxis hierunter auch das Verpacken verschiedenartiger Produkte fallen kann.

Der Fall b lässt sich ebenfalls weiter differenzieren, da unterschieden werden kann, ob für einen Auftrag die Anzahl der zu verpackenden Güter pro Packstück gleich bleibt oder ob jedes Packstück eine unterschiedliche Zusammensetzung aufweist. Dieser Fall ist für Distributionszentren typisch.

Die unterschiedlichen Variationsmöglichkeiten eine Anzahl von Gütern zu verpacken ist schematisch in Abb. 2.26 dargestellt.

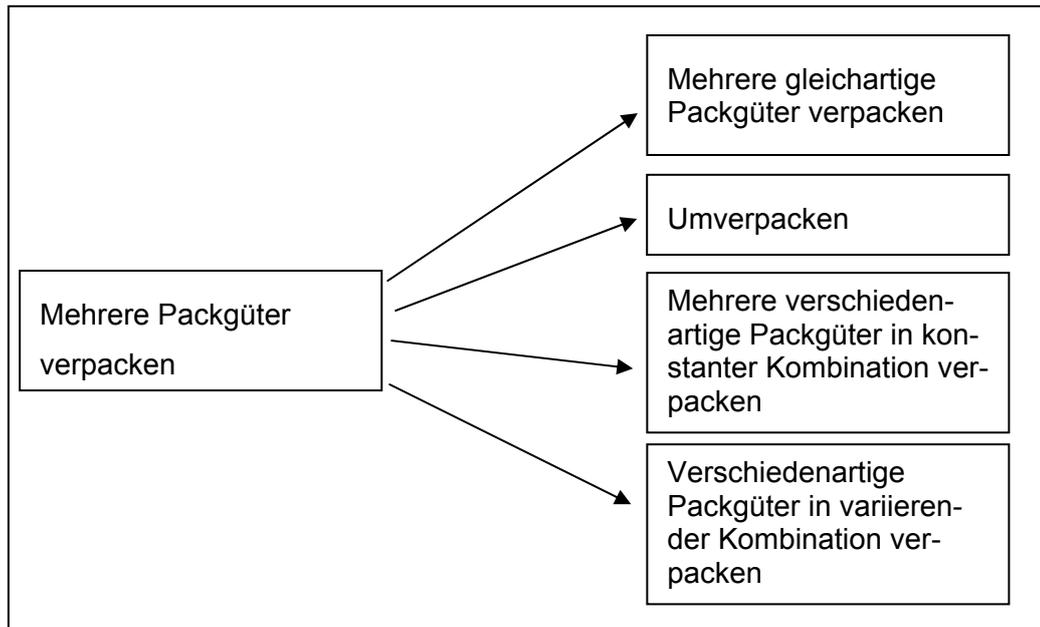


Abb. 2.26: Variationsmöglichkeiten mehrere Packgüter zu verpacken /eigene Abbildung/

Insbesondere der zuletzt genannte Fall der Verpackungsaufgabe „Verschiedenartige Packgüter in variierender Kombination verpacken“ zeigt deutlich die Abhängigkeit des Verpackungsplatzes von der Verpackungsaufgabe. Denn hier muss die Förderung der Packgüter und der Packstücke detailliert gesteuert werden, dies führt zur Ausrüstung der Packplätze mit PC, Scannern, Adressdruckern etc.

Diese dargestellten zunächst trivial anmutenden Unterscheidungen zeigen jedoch die Systematik der Herangehensweise, mit der sichergestellt wird, dass sämtliche, allgemeingültigen Verpackungsprozesse betrachtet werden. Die Systematik besteht darin, ausgehend von der einfachsten Verpackungsaufgabe, diese hin zu komplexeren Aufgaben weiter zu entwickeln und dabei sich ergebende Möglichkeiten der Kombination aufzuzeigen. Dementsprechend wird zunächst in Kap. 2.4.1 das Verpacken eines Packguts dargestellt, während in einem zweiten Schritt dann in Kap. 2.4.2 die Möglichkeiten aufgezeigt werden, auf welche Weise Packgüter, die aus mehreren Packgütern und/oder unterschiedlichen Typen bestehen, verpackt werden können.

2.4 Manuelle Einzelverpackungsarbeitsplatztypen

Die beim jeweiligen Verpackungsarbeitsplatztyp verwendete Ausstattung inkl. der Positionierung, der Zu- und Abführung von Packgütern und Packstücken ist in Tabellen im Anhang 1 detailliert wiedergegeben. Darin aufgelistet sind alle realisierten Anordnungen zu dem jeweiligen Verpackungsarbeitsplatztyp. Diese Aufzählung ist jedoch aufgrund der vorhergehend erläuterten Anzahl der theoretischen Möglichkeiten als nicht abschließend zu betrachten sondern gibt nur die Varianten an, die durch Literaturquellen oder andere Verweise belegbar waren.

Bei älteren Angaben konnte nicht in jedem Fall verifiziert werden, ob diese Anordnung aktuell noch genutzt wird. Trotzdem stellen sie eine Möglichkeit dar, die gegebene Verpackungsaufgabe zu lösen und sind deshalb ebenfalls in die Übersicht mit aufgenommen worden. Weiterhin können aufgrund der Vielzahl der aufgeführten Varianten in den Übersichten nicht alle dort enthaltenen Möglichkeiten beschrieben werden. Daher wird der Schwerpunkt auf Arbeitsplatztypen gelegt, zu denen noch keine Beschreibungen in der Literatur existieren. Sind keine aktuellen Varianten verfügbar, wird als Beispiel für den Arbeitsplatztyp auf bereits existierende Verpackungsplatzbeschreibungen zurückgegriffen.

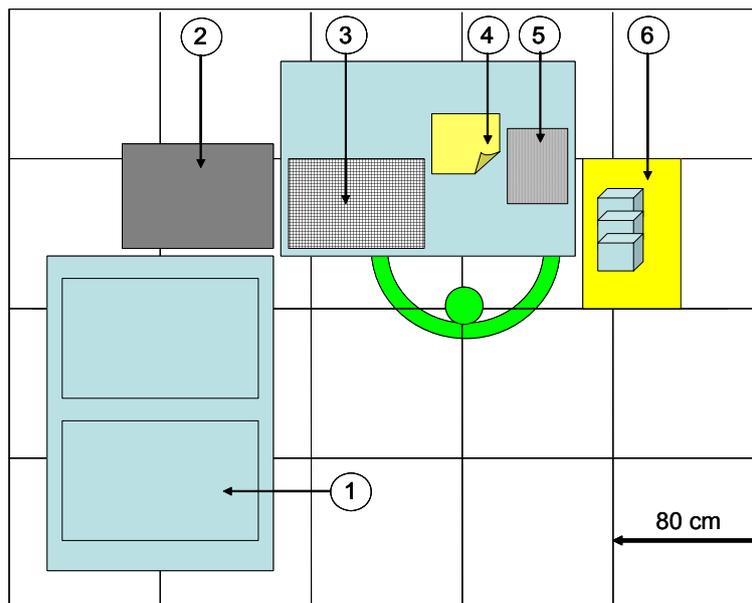
Im weiteren Verlauf des Kapitels beinhaltet die Darstellung der Packplatztypen: eine Skizze mit Legende, in der Regel ein Foto, um auch den dreidimensionalen Aufbau z. B. des Paktisches zu zeigen, eine chronologisch durchnummerierte Ablaufabelle mit den Einzeltätigkeiten. Darüber hinaus wurden die Tätigkeiten im Verpackungsablauf zu Teilprozessen zusammengefasst. Die Struktur der Teilprozesse wurde auch bereits in einem Forschungsvorhaben mit ähnlicher Themenrichtung /Dze03/ genutzt. Der detaillierte Zusammenhang von Teilprozessen und Tätigkeiten sowie die dabei getroffenen Festlegungen werden erst später in Kap. 4.2 ausführlich erläutert.

2.4.1 Verpacken eines Packguts

Die einfachste Verpackungsaufgabe besteht darin, nur ein Packgut zu verpacken (vgl. Abb. 2.27 und Tab. 2.2). Zur Umsetzung dieser Verpackungsaufgabe lassen sich für die betrachteten Packgüter (vgl. Kap. 2.1.1) unabhängig von den Packberei-

chen verschiedene Anordnungen bzgl. Packgütern, Packmitteln, Packhilfsmitteln sowie technischer Betriebsmittel finden (vgl. Anhang 1.1). Auch in der Literatur sind einige Packplatzanordnungen hierzu beschrieben /Har90/, /Het87/, /Ari05/.

Als Bezeichnung der Verpackungsarbeitsplätze wurde analog der zu bewältigenden Verpackungsaufgabe „Ein PacksTück Verpacken“ ETV gewählt.



- 1 = Europalette mit Gut in Transportbehälter auf Hubtisch
- 2 = Beistelltisch zur Ablage der leeren Transportbehälter
- 3 = Transportbehälter mit Gütern (auf Stütze, 30° Neigung)
- 4 = Magazin mit Faltschachteln
- 5 = Etikettiergerät
- 6 = Beistelltisch zur Ablage der Packungen

Abb. 2.27: Packplatz zum Verpacken eines Packguts (ETV 1) /Har90, S. 29 – 30/

Tab. 2.2: Prozessschritte des Verpackungsablaufs (Verpackungsvariante ETV 1) /Har90, S. 29 – 30/

| Prozessschritte Verpackungsablauf | | Ein Packgut verpacken | Packplatz- typ ETV 1 |
|--------------------------------------|---|-----------------------|----------------------------|
| Reihen folge | Beschreibung | | Teilprozess |
| 1 | FS aus FS-Magazin entnehmen und aufrichten | | Packmittel vorbereiten |
| 2 | Gut von Transportbehälter entnehmen und in FS einfügen Ggf. Austausch leerer Transportbehälter (TB) gegen TB mit Packgut, dazu leeren TB auf Beistelltisch stellen und ge- füllten TB von der Europalette auf Arbeitstisch stellen | | Produkt einpacken |
| 3 | FS schließen | | Packmittel nachbereiten |
| 4 | Kennzeichnen der Packung mit Hilfe eines elektr. Etikettiergerätes | | Kennzeichnen |
| 5 | Ablegen der FS auf Beistelltisch | | Packstück bereitstellen |

FS = Faltschachtel

2.4.2 Verpacken mehrerer Packgüter

Sind laut Verpackungsaufgabe mehrere Güter zu verpacken, so lässt sich die Aufgabe zusätzlich hinsichtlich der Variationsmöglichkeiten in der Zusammenstellung des Packgutes differenzieren.

Im Folgenden werden die einzelnen Möglichkeiten der Verpackungsplatztypen im Detail anhand mindestens eines Beispiels vorgestellt, weitere Lösungen sind in Übersichtstabellen im Anhang 1 dargestellt.

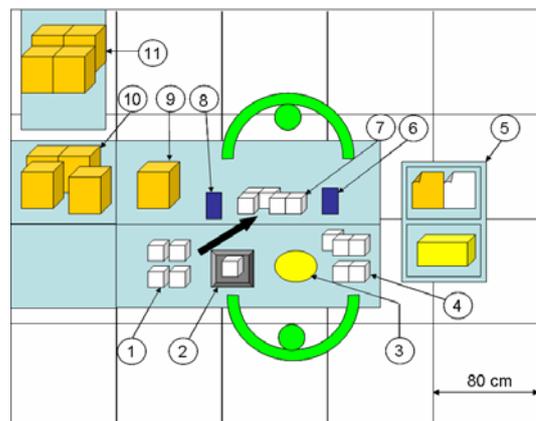
2.4.2.1 Verpacken mehrerer gleichartiger Güter

Bei der hier beschriebenen Verpackungsaufgabe werden mehrere gleichartige Packgüter in eine Verpackung eingefügt. Beispiele für diese Verpackungsaufgabe sind: das Einfügen

- einer bestimmten Anzahl an Schrauben in eine Faltschachtel oder einen Beutel,
- einer bestimmten Anzahl Tablettenstreifen in eine Faltschachtel oder
- einer bestimmten Anzahl gleichartiger Kleinteile z. B. Dichtungsringe.

Die Tabelle im Anhang 1.2 zeigt die betrachteten Varianten des Verpackungsplatztyps „**M**ehrere **G**leichartige Packgüter **V**erpacken“ (MGV). Auch diese Übersicht ist, wie bereits die Tabelle in Anhang 1.1, nicht als abschließend zu betrachten. So können beispielsweise alle Packplatztypen aus der vorhergehenden Tabelle auch für diese erweiterte Verpackungsaufgabe genutzt werden. Hierzu wären lediglich mehrere Packgüter in eine größere Faltschachtel einzufügen. Die Unterbringung einer größeren Faltschachtel im Greifraum wäre kein Problem, insbesondere dann nicht, wenn hierzu ein entsprechendes Magazin an der Rückwand (vgl. Kap 2.2.2.1) genutzt wird.

Als ein Beispiel für diesen Packplatztyp wird das Verpacken von Schrauben bei einem Lohnverpacker vorgestellt. Bei diesem Arbeitsplatz kommt ein einfacher Arbeitstisch zur Anwendung, auf dem eine Waage positioniert ist. Die Menge zu verpackender Schrauben wird somit nicht anhand der Stückzahl sondern anhand des Gewichts ermittelt (vgl. Abb. 2.28). Für diese einfache Verpackungsaufgabe reicht die einfache Ausstattung, ein Standard-Packtisch wäre überdimensioniert.



Platz I:

- 1 = Arbeitsplatzpuffer für die Packstücke
- 2 = Waage
- 3 = Packgüter (Schrauben)
- 4 = Aufgerichtete Faltschachteln
- 5 = Gitterbox: enthält Faltschachtelzuschnitte für die Packplätze I und II, sowie Kleinladungsträger mit Schrauben

Platz II

- 6 = Etikettenrolle
- 7 = Packstücke
- 8 = Tischabroller
- 9 = Zu füllende Faltschachteln
- 10 = Zwischenpuffer für die Packstücke
- 11 = Palette mit Packstücken

Abb. 2.28: Doppelpackplatz zum Verpacken von Kleinteilen MGV 8 /NN07c/

Abb. 2.28 mit der Anordnung (Foto und Skizze) der einzelnen Betriebsmittel am Verpackungsarbeitsplatz, die Tabelle im Anhang 1.2 mit der detaillierten Ausstattung und Tab. 2.3 mit den Verpackungsteilprozessen zeigen die charakteristischen Merkmale dieses Verpackungsarbeitsplatzes auf.

Der Vollständigkeit halber wurde in die Beschreibung dieses Packplatzes auch der gegenüberliegende Packplatz mit aufgenommen. In dieser Kombination handelt es sich um einen Doppelpackplatz, wobei an dem zweiten Arbeitsplatz die Faltschachteln etikettiert und umverpackt werden. Die Anordnung der Faltschachteln und der Packstücke, d. h. der Zwischenpuffer für beide, ergibt sich aus der Tatsache, dass häufig nur ein Verpacker an den Arbeitsplätzen tätig ist. Der Mitarbeiter wechselt bei entsprechendem Vorliegen der Zwischenpuffer an den zweiten Packplatz.

Tab. 2.3: Prozessschritte des Verpackungsablaufs (Verpackungsplatzvariante MGV 8) /NN07c/

| Prozessschritte Verpackungsablauf | | Mehrere gleichartige Güter in konstanter Kombination verpacken | Packplatz- Typ MGV 8 |
|--------------------------------------|---|---|-------------------------|
| Reihen- folge | Beschreibung | | Teilprozess |
| 1 | - FS aus Gitterbox entnehmen und aufrichten, umdrehen - mehrere Faltschachteln vorbereiten und mit offenem Deckel auf Packtisch abstellen | | Packmittel vorbereiten |
| 2 | - KLT mit Packgut aus der Gitterbox entnehmen - Kleinteile aus KLT auf Packtisch tlw. entleeren - KLT zurück in die Gitterbox stellen | | Produkt einpacken |
| 3 | - Geöffnete Faltschachtel mit rechter Hand auf Waage stellen - Tarierung überprüfen (einmal pro KLT) - Gut mit linker Hand vom Packtisch aufnehmen und in FS einfügen - ggf. übrige Kleinteile in offene Faltschachtel rechts einfügen | | |
| 4 | - Faltschachtel von Waage entnehmen und Deckel einstecken und schließen | | Packmittel nachbereiten |
| 5 | - Verschlussene FS neben Waage auf Packtisch in Zwischenpuffer ablegen | | Packstück bereitstellen |
| 6 7 | - FS zum Umverpacken aus der Gitterbox entnehmen und aufrichten - Boden verschließen mit Klebeband von Tischspender und mit offenem Deckel auf Packtisch abstellen | | Packmittel vorbereiten |
| 8 | - Packstücke aus Zwischenpuffer entnehmen - Packstück mit Etikett versehen - Packstück in Zwischenpuffer ablegen | | Kennzeichnen |
| 9 | - Wenn Zwischenpuffer gefüllt Packgut n-mal in FS (Umverpackung) einfügen | | Produkt einpacken |
| 10 | - FS-Deckel zufalten und mit Nassklebeband verschließen | | Packmittel nachbereiten |
| 11 12 | - Packstück auf Tisch abstellen - Ablegen der Packstücke auf Palette, wenn mehrere Packstücke auf dem Tisch liegen | | Packstück bereitstellen |

Packplatz 1: Arbeitsschritte 1 – 5 Packplatz 2: Arbeitsschritte: 6 – 12

2.4.2.2 Umverpacken

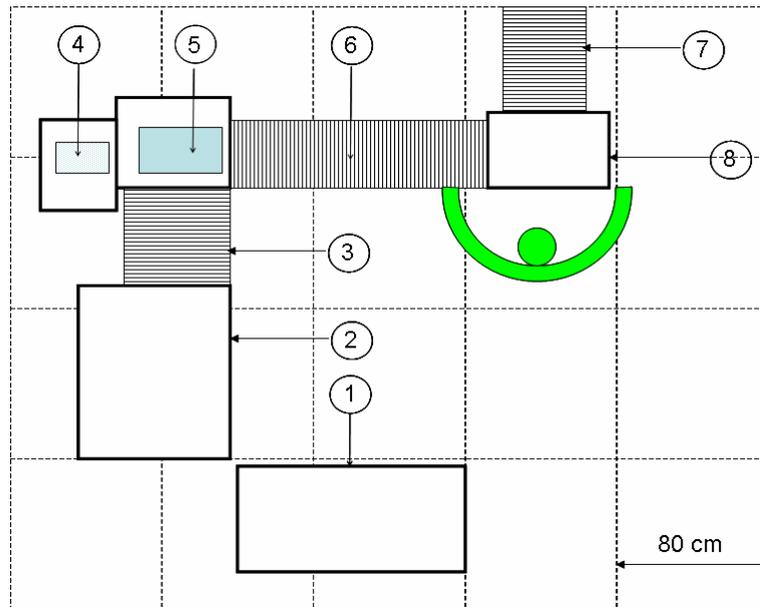
Bei dem Arbeitsablauf „**U**m **V**erpacken“ werden bereits verpackte Produkte in zusätzliche Transportverpackungen eingefügt. Beispiele hierfür sind u. a.:

- mehrere CD Pakete von jeweils 10 CD`s in eine Transportverpackung einfügen,
- mehrere Flaschen in eine Transportverpackung einfügen und
- mehrere elektrische Kleingeräte (Wecker, MP3 Player) in Transportverpackung einfügen.

Der Prozess „Produkt einfügen“ bildet bei diesem Verpackungsablauf den Schwerpunkt. Da der Einsatz von Packhilfsmitteln sowie technischen Hilfs- und Betriebsmitteln nicht erforderlich ist, reduziert sich die Packplatzfläche auf ein Minimum. Die Zuführung der Packgüter erfolgt kontinuierlich z. B. über Rollenbahnen, die so gestaltet sind, dass der Verpacker die Güter direkt vom Förderer in die Transportverpackung einfügen kann.

Nach Verschluss des Packstücks muss dies nur noch auf das dahinter liegende Förderband geschoben werden. Im Gegensatz zu den Verpackungslinien (vgl. Kap. 2.5.2) wird bei den hier dargestellten Plätzen davon ausgegangen, dass das Aufrichten und Verschließen der Transportverpackung zur Aufgabe des Arbeitsplatzes gehört.

Als Beispiel für diese Verpackungsaufgabe wird ein Arbeitsplatz beschrieben, bei dem nachgeschaltet auch eine Etikettierung der Transportverpackung vorgenommen wird. Abb. 2.29 zeigt die Anordnung, die Tabelle im Anhang 1.3 gibt die detaillierte Ausstattung für den Arbeitsplatz an und Tab. 2.4 den Verpackungsablauf wieder.



- 1 = Umverpackungen auf einer Europalette auf einem Palettenhubtisch
- 2 = Europalette auf einem Palettenhubtisch zum Abstellen der Packstücke
- 3 = Rollenbahn zum Weitertransport der Umverpackungen
- 4 = Elektrisches Etikettiergerät auf höherverstellbarem Beistelltisch
- 5 = Klebeverschlussapparat auf höherverstellbarem Beistelltisch
- 6 = Rollenbahn mit Führungsleiste zum Weitertransport der Umverpackungen
- 7 = Rollenbahn zur Anlieferung der Güter
- 8 = Kipptisch zur Aufnahme einer Umverpackung

Abb. 2.29: Anordnung mit Legende des Packplatzes UV3 /Har90, S. 44 – 45/

Tab. 2.4: Prozessschritte der Verpackungsplatzvariante UV3 /Har90, S. 44 – 45/

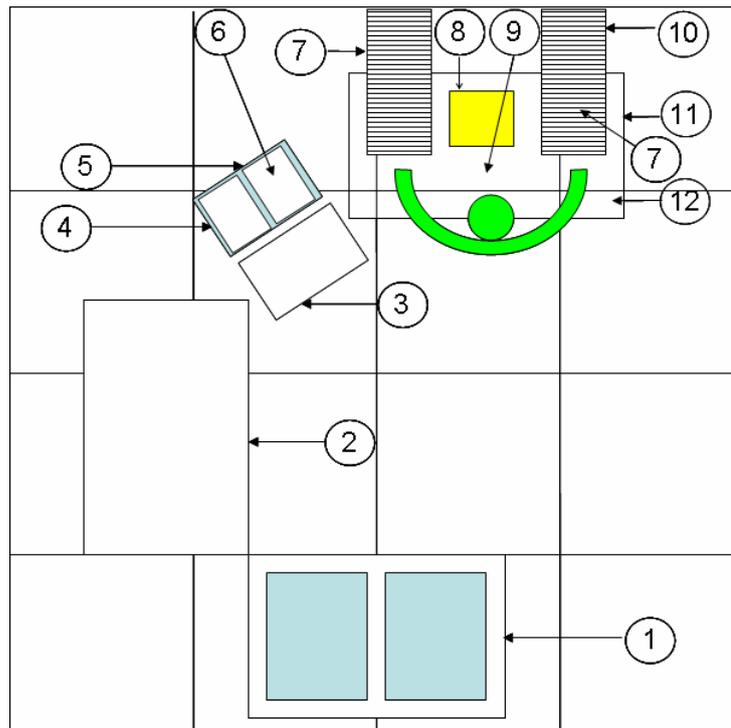
| Prozessschritte Verpackungsablauf | | Umverpacken | Packplatz- typ UV3 |
|--------------------------------------|--|-------------|----------------------------|
| Reihen folge | Beschreibung | | Teilprozess |
| 1 | - FS von Palette entnehmen und auf Rollenbahn aufrichten, bei zu niedriger Entnahmehöhe anheben des Hubtisches - FS-Boden zufalten und mit Nassklebeband vom Handabroller verschließen | | Packmittel vorbereiten |
| 2 3 4 | - FS umdrehen, auf Kipptisch setzen, Tisch kippen - Gut von Rollenbahn entnehmen - Tisch zurückkippen, FS auf Rollenbahn schieben | | Produkt einpacken |
| 5 | FS-Deckel zufalten und mit Nassklebeband verschließen | | Packmittel nachbereiten |
| 6 | Kennzeichnen der FS mit Hilfe eines elektr. Etikettiergerätes | | Kennzeichnen |
| 7 | Ablegen der FS auf Europalette nach Füllung der Palettenlage Absenken des Hubtisches | | Packstück bereitstellen |

2.4.2.3 Verpacken mehrerer verschiedenartiger Güter in konstanter Kombination

Bei der Verpackungsaufgabe „**M**ehrere **V**erschiedenartige Packgüter in **K**onstanter Kombination verpacken“ (MVK) werden Packgüter unterschiedlicher Zusammensetzung verpackt. Hierbei kann es sich um ein Packgut, mehrere Packgüter sowie Zubehörteile handeln. Bei Zubehörteilen kann die Palette von Kabeln, Trafos bis hin zu Beipackzetteln reichen z. B.

- Klein-Elektrogeräte mit Trafo, Kabel und Bedienungsanleitung,
- Tablettenstreifen mit Beipackzettel oder
- Wasserarmaturen mit Dichtungsringen, Schrauben und Montageanleitung.

Die Tabelle im Anhang 1.4 stellt verschiedene Beispiele für Arbeitsplatzanordnungen mit ihrer detaillierten Ausstattung dar. Dabei wird die Packplatzvariante MVK 1 herausgegriffen, um die oben genannte Verpackungsaufgabe zu erläutern (vgl. Abb. 2.30 und Tab. 2.5).



- 1 = Europalette mit Umverpackungen auf Hubtisch
- 2 = Europalette auf Hubtisch zur Ablage der Packstücke
- 3 = Beistelltisch zum Verschließen und Etikettieren der Umverpackungen
- 4 = Elektrischer Klebestreifenspender
- 5 = Beistelltisch zur Aufnahme der technischen Hilfsmittel zum Verschließen und Etikettieren
- 6 = Etikettenspender
- 7 = Rollenbahnen zur Anlieferung der Güter
- 8 = Bereitstellungsbereich für Pappzwischenlagen (flach auf dem Arbeitstisch)
- 9 = Vertiefung in der Tischfläche zur Aufnahme einer geöffneten Umverpackung
- 10 = Stauzone auf der Rollenbahn (analog 2. Rollenbahn)
- 11 = Packtisch
- 12 = Bereitstellungsbereich der Güter auf dem Arbeitstisch

Abb. 2.30: Anordnung mit Legende des Packplatzes MVK 1 /Har90, S. 59 - 60/

Tab. 2.5: Prozessschritte Verpackungsablauf Verpackungsplatzvariante MVK 1 /Har90, S. 59 - 60/

| Prozessschritte Verpackungsablauf | | Mehrere verschiedenartige Güter in konstanter Kombination verpacken | Packplatz- Typ MVK 1 |
|--------------------------------------|--|--|----------------------------|
| Reihen- folge | Beschreibung | | Teilprozess |
| 1 | - FS von Palette nehmen und auf Tisch aufrichten - FS-Boden zufalten und mit Nassklebeband verschließen - FS umdrehen und in Vertiefung setzen | | Packmittel vorbereiten |
| 2* | - Gut von Bereitstellfläche nehmen und auf Pappzwischenlage anordnen - Pappzwischenlage mit Gut in FS einfügen | | Produkt einpacken |
| 3 | - Pappzwischenlage in FS einfügen | | Inneneinrichtung verwenden |
| 4 | - FS-Deckel zufalten und mit Nassklebeband verschließen | | Packmittel nachbereiten |
| 5 | - Kennzeichnen der FS mit Hilfe eines elektr. Etikettiergerätes | | Kennzeichnen |
| 6 | - Ablegen der FS auf Palette | | Packstück bereitstellen |

* Schritt 2 wird dreimal wiederholt FS = Faltschachtel

2.4.2.4 Verpacken mehrerer verschiedenartiger Güter in variierender Kombination

Die Verpackungsaufgabe „Mehrere Verschiedenartige Packgüter in Variierender Kombination“ (MVV) verpacken“, stellt eine typische Aufgabenstellung für Distributionszentren dar.

Die Ausstattungsdetails dieser Arbeitsplatzvarianten sind in der Tabelle im Anhang 1.5 dargestellt.

Gegenüber den bisherigen Packplatztypen enthält nicht nur jedes Packstück unterschiedliche Packgüter, sondern damit verbunden ist auch, dass jedes Packstück individuell gekennzeichnet werden muss z. B. mit der jeweiligen Empfängeradresse. Zusätzlich sind im Gegensatz zu den übrigen Verpackungsplätzen zwar gleiche Typen jedoch unterschiedliche Größen von Packmitteln am Arbeitsplatz vorzuhalten. Durch diese spezielle Aufgabenstellung bedingt, ähneln sich die logistischen Konzepte.

Generell können zwei Gruppen gebildet werden, die in Tab. 2.6 ausführlich dargestellt werden.

Als grobes Unterscheidungsmerkmal kann die Art der Zuführung des Packgutes dienen. Zum einen werden Kommissionierbehälter als Transportbehälter eingesetzt, um das Packgut an den Verpackungsplatz zu befördern, zum anderen werden die Packgüter in Ablagefächer (Rutschen⁷) einsortiert (vgl. Tab. 2.6). Der Verpacker muss in diesem Fall die einzelnen Fächer aufsuchen.

Tab. 2.6: Differenzierung des Arbeitsplatztyps nach Zuführung des Packgutes /eigene Abbildung/

| Transportbehälter | Gestaltung der Arbeitsfläche | Polstermittel | Verpackungsplatztyp |
|----------------------------|------------------------------|---------------|---------------------|
| Mit Kommissionierbehälter | Standard | Papierpolster | MVV 4 |
| | | | MVV 5 |
| | | Luftpolster | MVV 7 |
| | | | MVV 6 |
| Ohne Kommissionierbehälter | Fahrbarer Tisch | - | MVV 1 |
| | | | MVV 2 |
| | | | MVV 3 |
| | Kipptisch | - | |

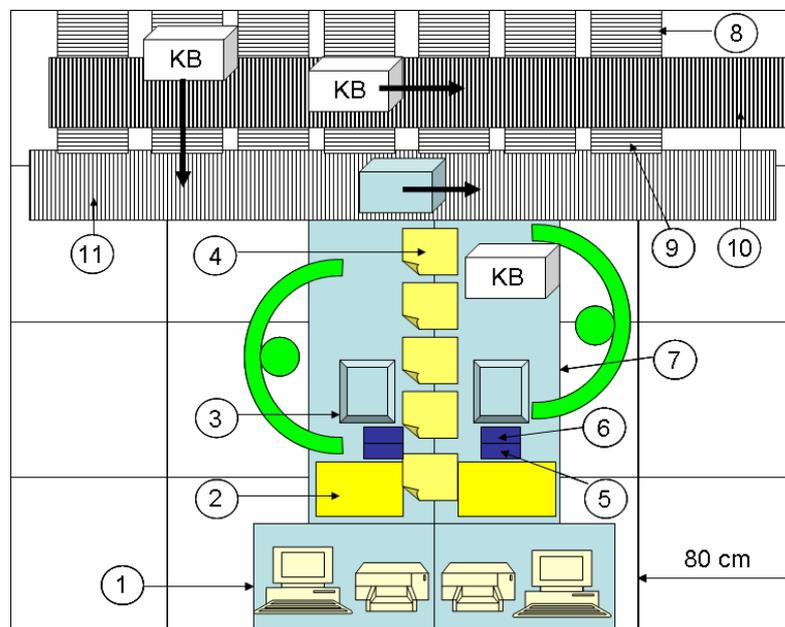
Bei dem Einsatz von Kommissionierbehältern am Verpackungsplatz enthalten diese die Packgüter für je eine Faltschachtel. Die Zuordnung zum Verpackungsauftrag kann dabei auf unterschiedliche Arten erfolgen, zum einen mittels Einscannen des am Kommissionierbehälter angebrachten Barcodes, zum anderen mittels Kommissionierschein, den der Kommissionierer in dem Behälter hinterlegt hat. Allen Systemen gemeinsam ist, dass der Verpackungsprozess hierdurch zusätzliche Steuerungs- und Kontrollelemente für die Auftragsbearbeitung enthält. Dementsprechend verfügen die Arbeitsplätze in der Regel über eine PC-Anbindung, einen Drucker, der eine individuelle Kennzeichnung jedes Packstücks ermöglicht sowie häufig auch einen Scanner.

Bei dem Einsatz von Kommissionierbehältern ist in der Regel eine Standardgestaltung der Arbeitsfläche anzutreffen (vgl. Kap. 2.2.2.1).

⁷ Unter Rutschen werden gerade Stetigförderer zur Abwärtsbeförderung verstanden, die sich beispielsweise hinter Sortieranlagen als kostengünstige Sammelstellen befinden /Jün99, S. 107/.

Varianten bestehen grundsätzlich in der Zuführung der Packgüter bzw. dem Abtransport der Packstücke vom Paktisch, dem Handling der Kommissionierbehälter sowie der eingesetzten Polstermittel. Darüber hinaus existieren naturgemäß unterschiedliche Anordnungsmöglichkeiten für die Betriebsmittel. Dazu gehört z. B. die Anordnung des Monitors/Tastatur, der/die entweder auf dem Paktisch selbst oder in einer separaten Ablage im Regal untergebracht sein kann.

Als Beispiel für die am häufigsten verwendete Anordnung mit einer normalen Arbeitsfläche wird im Weiteren die Verpackungsarbeitsplatzvariante MVV 4 beschrieben (vgl. Abb. 2.31 und Tab. 2.7).



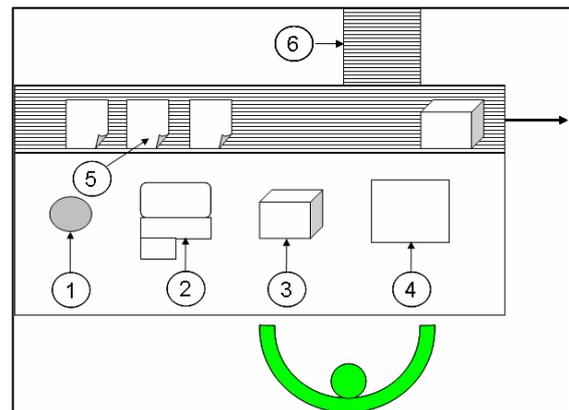
- 1 = PC, Tastatur, Maus, Drucker
- 2 = Behälter mit Adressaufklebern etc.
- 3 = Waage
- 4 = Rückwandgestell mit Faltschachteln
- 5 = Handabroller für Klebestreifen
- 6 = Scanner
- 7 = Vorratsbehälter für Papierpolster
- 8 = Rollenbahn zur Anlieferung der Kommissionierbehälter (KB)
- 9 = Kugelbahn (Die KB werden automatisch von der Rollenbahn auf die Kugelbahn geschoben.)
- 10 = Rollenbahn zum Abtransport der leeren Kommissionierbehälter
- 11 = Rollenbahn zum Abtransport der Packstücke

Abb. 2.31: Anordnung mit Legende des Packplatzes MVV 4 /NN07d/

Tab. 2.7: Prozessschritte Verpackungsablauf Verpackungsplatzvariante MVV 4 /NN07d/

| Prozessschritte Verpackungsablauf | | Mehrere verschiedenartige Güter in variierender Kombination verpacken | MVV 4 |
|-----------------------------------|---|---|--|
| Reihenfolge | Beschreibung | | Teilprozess |
| 1 | - Barcode vom Kommissionierbehälter (KB) einscannen, dadurch wird das Drucken des Lieferscheins ausgelöst | | Kontrollieren |
| 2 | - FS 0201 entsprechend der Anzahl und Größe der Packgüter aus dem Rückwandgestell nehmen | | Packmittel vorbereiten |
| 3 | - FS aufrichten | | |
| 4 | - Boden der FS zufalten und mit Naßklebeband verschließen | | |
| 5 | - KB mit den Packgütern von der Kugelbahn auf den Packtisch setzen | | Produkte einpacken |
| 6 | - Packgüter und Lieferschein in die FS einfügen | | |
| 7 | - Papierpolster zum Ausfüllen des Volumens einfügen | | Stoß- und Schwingungsschutz herbeiführen |
| 8 | - FS-Deckel zufalten und mit Naßklebeband verschließen | | Packmittel nachbereiten |
| 9 | - Eitkett ausdrucken - Etikett auf FS kleben | | Kennzeichnen |
| 10 | - Packstück zum Abtransport auf die Rollenbahn stellen - Leeren KB auf die zweite Rollenbahn stellen | | Packstück bereitstellen |

Auch in einer weiteren Verpackungsplatzvariante MVV 5 wird als Polstermittel Papierpolster verwendet. Anders jedoch als bei der Variante MVV 4 wird das Papierpolster mit Hilfe einer Maschine gefertigt (vgl. Abb. 2.32). Dabei wird in der Regel drei- oder zweilagiges Papier zu volumenreichen Polsterteilen geformt /NN06f/. Da das Papierpolster direkt am Verpackungsarbeitsplatz in der richtigen Menge mit Hilfe der jeweiligen Maschine zur Verfügung gestellt wird, können umfangreiche Vorbereitungsarbeiten zur Erstellung der Polster vermieden werden.

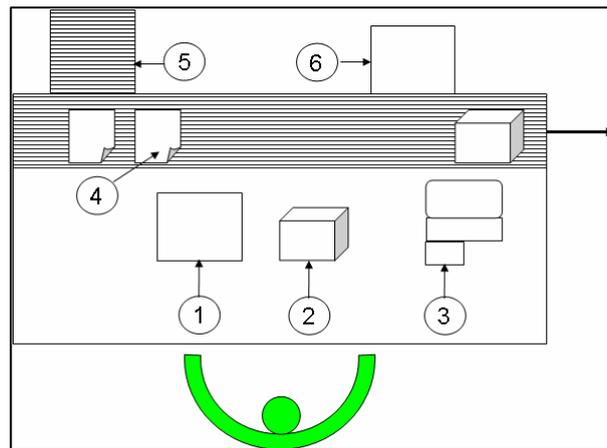


- 1 = Vorratsbehälter mit Polstermitteln
- 2 = PC, Tastatur, Maus
- 3 = Leere Faltschachteln
- 4 = Kommissionierbehälter
- 5 = Magazin mit Faltschachteln
- 6 = Rollenbahn zum Abtransport der leeren Kommissionierbehälter

Abb. 2.32: Anordnung mit Legende des Packplatzes MVV 5 /NN06q/

Des Weiteren wurde ein alternatives Zufuhrsystem für die beladenen und ebenfalls für die leeren Kommissionierbehälter realisiert. Danach werden die beladenen Kommissionierbehälter von links kommend entnommen, leere Kommissionierbehälter über die nach hinten abführende Rollenbahn vom Paktisch entfernt. Das Vorgehen und die Anordnung am Paktisch sind grob aus Abb. 2.32 abzulesen.

Ähnliche Systeme und Anordnungen werden auch bei der Packplatzvariante MVV 6 eingesetzt. Hier werden jedoch Luftpolster eingesetzt, die sich in großen viereckigen Vorratsbehältern über dem jeweiligen Arbeitsplatz befinden (vgl. Abb. 2.33).



- 1 = Kommissionierbehälter
- 2 = Leere Faltschachteln
- 3 = PC, Tastatur, Maus
- 4 = Magazin mit Faltschachteln
- 5 = Rollenbahn zum Abtransport der leeren Kommissionierbehälter
- 6 = Vorratsbehälter mit Polstermitteln

Abb. 2.33: Anordnung mit Legende des Packplatzes MVV 6 /NN05e/

Werden Luftpolster in geringerem Umfang benötigt, ist wie beim Typ MVV 4 auch die Unterbringung in Behältern möglich. Diese Variante ist in Beispiel MVV 7 dargestellt (siehe Anhang 2.3). Primär zeichnet sich dieses Beispiel dadurch aus, dass die Kommissionierbehälter diskret, d. h. mittels eines Kommissionierwagens zugeführt und abtransportiert werden.

Ein Beispiel bei dem Schüttpolster eingesetzt werden, stellt die Packplatzvariante MVV 1 (siehe Anhang 2.1) dar. Die Säcke mit dem Schüttpolster sind über dem Abpackplatz angeordnet, um sie mittels der Schwerkraft entleeren zu können. Dabei ermöglicht eine Dosiervorrichtung (auf dem Bild als roter Abfüllstutzen zu sehen) eine gezielte Abgabe des erforderlichen Polstermittelvolumens. Erwähnenswert bei diesem Typ ist, dass die Packstücke über eine halbkreisförmige Förderbahn (Rollenbahn) zur Umreifungsstation befördert werden. Die Packstücke selbst werden auf einer Staustrecke am Ende der Rollenbahn gesammelt. Die Einführung in die Umreifungsanlage erfolgt manuell, der Transport wird über einen Bandförderer realisiert.

Werden keine Kommissionierbehälter eingesetzt, so wird das Packgut in Rutschen hinterlegt. Bei der Ablage in Fächern, die direkt an Sortieranlagen angegliedert sind, entfällt das Handling mit den Kommissionierbehältern. Damit können die Arbeitsflächen freier und flexibler gestaltet werden, da kein Platz für die Ablage des Packgutes

am Verpackungstisch vorzusehen ist. Einen Nachteil stellt jedoch das Problem der flexiblen Unterbringung der Packmittel dar, da bei diesem Typ die einzelnen Fächer aufgesucht werden. Dies macht deutlich, dass bei dieser Variante die Gestaltung der Arbeitsfläche und des Packtisches anders sein muss als bislang beschrieben.

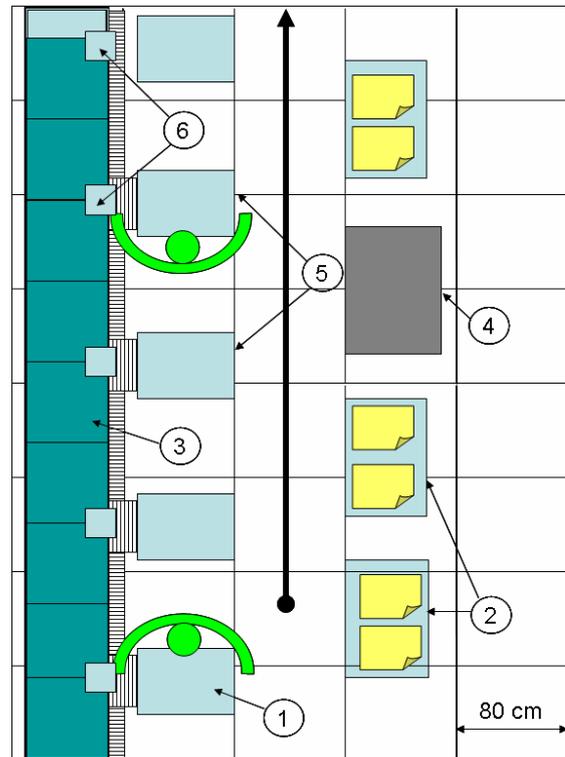
Beispiele für diese Art der Packplätze bieten die Varianten MVV 2 und MVV 3. Bei den herkömmlichen Packarbeitsplätzen mit Rutschen (Beispiel MVV 2) müssen die Mitarbeiter den Arbeitstisch per Hand von Rutsche zu Rutsche schieben (vgl. Abb. 2.34). Die Packmittel können dabei zum einen am Arbeitstisch befestigt sein oder aber teilweise auch oberhalb der Rutschen angebracht sein. Die Gestaltung der Arbeitstische selbst kann daher sehr unterschiedlich ausfallen.



Abb. 2.34: Packplätze des Typs MVV mit verschiebbaren Packtischen /NN05d/

Bei der Packplatzvariante MVV 2 stellt das Verschieben des Arbeitstisches sowie das Befördern der Packstücke von diesem auf das Band eine körperliche Belastung dar (vgl. zusätzlich Anhang 2.2). Zudem erweist sich das durch die Anordnung von Rutsche und Arbeitsfläche bedingte einseitige Packen als ergonomisch ungünstig. Bei der Packplatzvariante MVV 3 können die Waren sowohl von rechts als auch von links entnommen werden (vgl. Abb. 2.35). Die Versandverpackungen befinden sich gegenüber den Rutschen.

Da pro zwei Rutschen ein Packtisch angebracht ist, sind anstelle der gesamten Packtische nur noch die höhen- und winkelverstellbaren Bildschirme zu verschieben, die die entsprechenden Informationen zu den Verpackungsaufgaben beinhalten. Die Packstücke werden von diesen Rutschen mittels eines Kippmechanismus auf die Rollenbahn befördert.



- 1 = Kipptisch mit schräg hinabführender Rollenbahn
- 2 = Fahrbares Regal mit Packmitteln
- 3 = Rutschenfach (Packgüter)
- 4 = Drucker, Adressticket und Lieferschein
- 5 = Arbeitsbereich pro Verpacker
- 6 = Verschiebbarer Bildschirm

Abb. 2.35: Anordnung mit Legende des Packplatzes MVV 3 /NN05d/

Abb. 2.35 zeigt die Anordnung, Tab. 2.8 den Verpackungsablauf und die Tabelle im Anhang 1.5 gibt die detaillierte Ausstattung für den Arbeitsplatz an.

Tab. 2.8: Prozessschritte Verpackungsablauf Verpackungsplatzvariante MVV 3 /NN05d/

| Prozessschritte Verpackungsablauf | | Mehrere verschiedenartige Packgüter in wechselnder Kombination verpacken | MVV 3 |
|-----------------------------------|---|--|-------------------------|
| Reihenfolge | Beschreibung | | Teilprozess |
| 1 | - Zum Kipptisch gehen (Packgüter rechts vom Verpacker) | | Produkt einpacken |
| 2 | - Sichtgerät drehen und Auftrag im Sichtgerät aufrufen | | Kontrolle/Steuerung |
| 3 | - Zu den FS gehen FS entsprechend der Auftragsgröße aus Magazin entnehmen, zurückgehen, aufrichten und auf Kipptisch abstellen | | Packmittel vorbereiten |
| 4 | - Entsprechende Anzahl von Packgut n-mal aus der Rutsche nehmen und mit rechter Hand in FS einfügen - entnommenes Packgut quittieren | | Produkt einpacken |
| 5 | | | |
| 6 | - Zum Drucker gehen, Paketinhaltsschein und Adresslabel von Drucker entnehmen und in FS einlegen | | Zusatzteile verwenden |
| 7 | - FS-Deckel aus Magazin entnehmen, entfalten, FS-Deckel überstülpen | | Packmittel nachbereiten |
| 8 | - Etikett mit Adresslabel vom Drucker entnehmen und Kennzeichnen der FS | | Kennzeichnen |
| 9 | - Kipptisch kippen und FS über Rollenbahn auf Transportband abgleiten lassen | | Packstück bereitstellen |
| 10 | | | |

2.5 Manuelle Verpackungsarbeitsplatztypen in Verpackungslinien

An den Packplätzen in Verpackungslinien können, wie bereits in Kap. 2.2.1 beschrieben, entweder mehrere Prozessschritte an einem Platz oder aber im Extremfall jede Prozesstätigkeit an einem separaten Arbeitsplatz durchgeführt werden. Dies wird immer dann der Fall sein, wenn der Prozessschritt „Produkt einfügen“ Packgüter betrifft, in der Regel mehrere unterschiedliche, die sich aufgrund der Größe oder der noch hinzuzufügenden Polstermittel an unterschiedlichen Arbeitsplätzen befinden. Auch eine Effizienzsteigerung durch diese Aufgabenteilung kann ein Grund hierfür sein. Die Ausführungen machen jedoch deutlich, dass auch in der Linie die bereits in Kap 2.3.2 benutzte Differenzierung nach Art und Anzahl der Packgüter angewendet werden kann. Dabei lässt sich feststellen, dass in Analogie zu den Kommissionierprinzipien auch für Verpackungen solche Grundsätze formuliert werden können.

Hierbei steht nicht wie beim Kommissionieren im Vordergrund, ob z. B. der Mann zur Ware kommt, sondern auf welche Weise die Verpackung zur Ware gelangt.

Werden mehrere gleichartige Güter verpackt, so wird die Ware zu den Verpackungsarbeitsplätzen gebracht. Die Packmittel befinden sich am Verpackungsarbeitsplatz, während die zu verpackenden Güter dorthin transportiert werden. Ein Beispiel hierfür stellt das Verpacken von Flaschen in Faltschachteln dar.

Werden mehrere gleichartige Güter verpackt, so wird das Packgut kontinuierlich an denjenigen Verpackungsarbeitsplatz in der Verpackungslinie transportiert, an dem es direkt in die bereitstehende Faltschachtel eingefügt wird. Im Gegensatz zu Einzelverpackungsarbeitsplätzen, bei denen zwar auch eine derartige Packgutlieferung realisiert sein kann, wird der Prozess des Einfügens bei diesen jedoch stets von dem Vor- bzw. Nachbereiten des Packmittels unterbrochen. Bei dem unmittelbaren Verpacken in Linien gelangt dagegen die Ware direkt in die am Verpackungsplatz bereitgestellte Verpackung. Dies wird entsprechend der Bewegungsrichtung des Packguts im Folgenden als „Ware zu Verpackungs-Prinzip“ bezeichnet.

Werden verschiedenartige Packgüter in konstanter Kombination oder auch in variierender verpackt, so werden die Packgüter dem Verpacker direkt am Arbeitsplatz zur Verfügung gestellt. Die Verpackung wird an den verschiedenen Arbeitsplätzen vorbeitransportiert, an denen die einzelnen Packgüter eingefügt werden. Dies entspricht dem Prinzip „Verpackung zur Ware“.

Weitere Unterscheidungskriterien sind der unterschiedliche Mechanisierungsgrad in der Linie, der in den weiteren Kapiteln betrachtet wird (vgl. Übersicht in Tab. 2.9).

Tab. 2.9: Übersicht der Arbeitsplätze in Verpackungslinien /eigene Abbildung/

| Verpackungsaufgabe | Mehrere verschiedenartige Packgüter in konstanter Kombination | Verschiedenartige Packgüter in wechselnder Kombination | Mehrere gleichartige Packgüter |
|--------------------|---|--|--|
| Prinzip | "Verpackung zur Ware" Die Schachtel läuft, die Ware ist fest beim Verpacker | | "Ware zur Verpackung" Die Ware läuft, die Schachtel ist fest beim Verpacker |
| Kapitel | 2.5.1 | | 2.5.2 |
| | - manuelle Linie manuelle Weitergabe zwischen den Verpackungsplätzen Beispiel Kap. 2.5.1 - Linie mit Fördermitteln Beispiel Kap. 2.5.1.1 - Linie mit Fördermitteln und Verpackungsmaschinen Beispiel Kap. 2.5.1.2 - oval angeordnete Linie - Bumerang-System - Kreis | | - Verpackungslinie mit zusätzlicher Anlieferung der vorbereiteten Packmittel |

2.5.1 Anwendung des Prinzips „Verpackung zur Ware“

In dem einfachsten Fall einer Verpackungslinie werden unterschiedliche Verpackungsgüter verpackt, die auf zwei Verpackungsplätzen in einer geraden Linie angeordnet sind. Der Transport der Packstücke zwischen den Arbeitsplätzen erfolgt ohne Fördermittel nur durch manuelle Weitergabe der Packstücke (vgl. Abb. 2.36). Die Details des Ablaufs und der Ausstattung können der Tab. 2.10 entnommen werden.

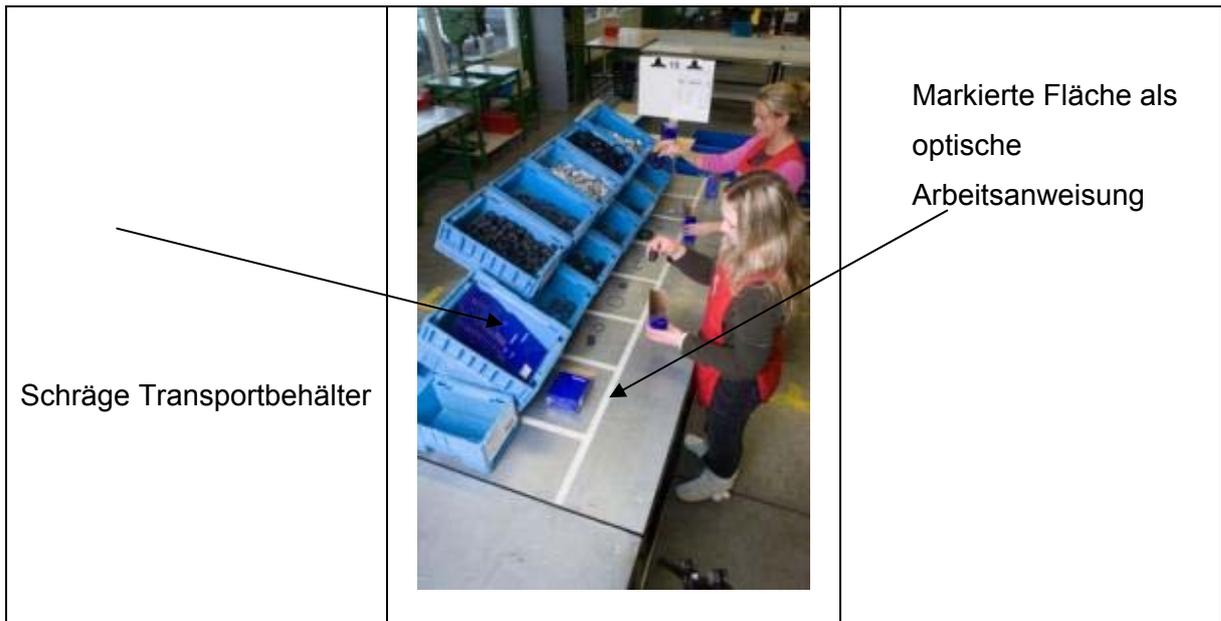


Abb. 2.36. Einfache Verpackungslinie mit manueller Weitergabe der Packstücke /NN06n/

Tab. 2.10: Prozessschritte der Verpackungslinie 2.5.1 /NN06n/

| Prozessschritte Verpackungsablauf | | Mehrere verschiedenartige Teile in gleicher Kombination verpacken | Packplatz- typ Linie 2.5.1 |
|--------------------------------------|--|--|----------------------------------|
| Reihen- folge | Beschreibung | | Teilprozess |
| 1 | P1 mit linker Hand FS aus Transportbehälter entnehmen, aufrichten, Schachtelboden zufalten, umdrehen | | Packmittel vorbereiten |
| 2 | P1 mit rechter Hand FS halten und mit linker Hand aus mittlerem und rechtem Transportbehälter (erst aus oberem dann aus unterem) Produkte entnehmen und einfügen | | Produkt einpacken |
| 3 | P1 Ablegen der FS in Übergabebereich | | Packstück bereitstellen |
| 4 | P2 mit linker Hand Entnahme geöffneter FS aus Übergabebereich | | Packmittel vorbereiten |
| 5 | P2 mit rechter Hand FS halten und mit linker Hand aus linkem, mittlerem und rechtem Transportbehälter (erst aus oberem dann aus unterem) Produkte entnehmen und einfügen | | Produkt einpacken |
| 6 | P2 FS-Deckel zufalten | | Packmittel nachbereiten |
| 7 | P2 geschlossene FS auf Beistelltisch in Transportbehälter ablegen | | Packstück bereitstellen |

P 1 = Person 1 P 2 = Person 2

2.5.1.1 Gerade Linie mit Fördermitteln

Bei den einfachen, geraden Linien kommen für den Transport Band- oder Rollenförderer zum Einsatz. Diese ermöglichen die Beförderung der Packstücke zwischen den einzelnen Arbeitsplätzen. Der Transport zwischen den Prozessschritten kann manuell oder mechanisiert erfolgen.

Die Tätigkeiten auf den einzelnen Arbeitsplätzen werden von den Mitarbeitern manuell mit Hilfe von technischen Hilfs- und Betriebsmitteln durchgeführt. Dazu gehört auch das Auflegen auf das Band bzw. das Entnehmen von dort. Linien dieser Art erreichen typischerweise in der Kleinserie eine Leistung von bis zu ca. 8 Produkten/min.

Zur Leistungssteigerung werden häufig an Schlüsselarbeitsplätzen mechanisierte Betriebsmittel eingesetzt, z. B. für das Verschließen der Faltschachteln. Hierdurch erhöht sich die Leistungsfähigkeit auf 6 bis 12 Produkte/min.

Beim Auffalten und Verschließen von Faltschachteln (mit Klebstreifen) können folgende Tätigkeiten auftreten:

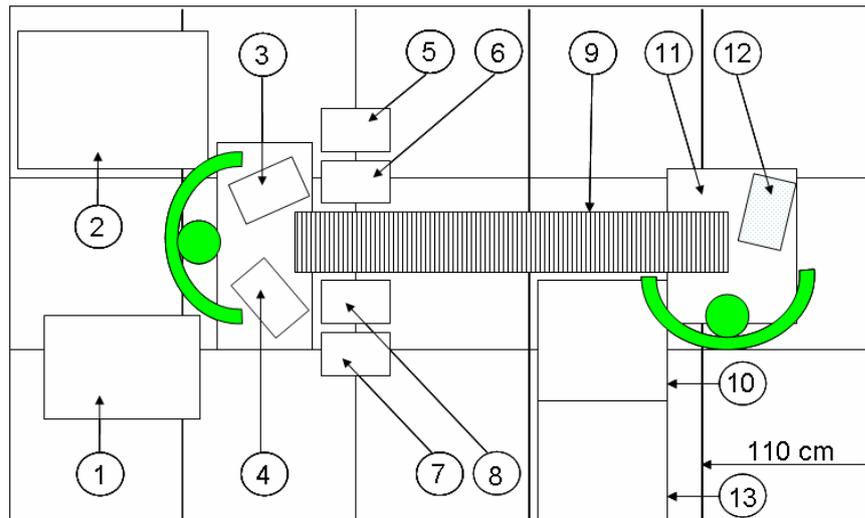
- Aufrichten der Schachteln manuell oder z. B. mit Hilfe von Aufrichtemaschinen
- Umfalten der Bodenklappen manuell oder z. B. mittels Aufrichtemaschinen
- Schließen der Bodenklappen manuell oder z. B. mittels Verschließmaschinen
- Einfalten und Schließen
 der Deckelklappen manuell oder z. B. mit Verschließmaschinen

Wie aus der Übersicht zu erkennen ist, kann jede der Tätigkeiten durch entsprechende dort benannte Anlagen mechanisiert durchgeführt werden. Dabei werden für diese Maschinen überwiegend Faltschachteln mit einer gefügten Längsseite, Aufrichteschachteln oder Faltbodenschachteln mit einer Seitennaht und spezieller Bodenkonstruktion eingesetzt (vgl. Kap. 2.1.1) /Ble03, S. 26/.

Diese grundsätzlichen Möglichkeiten der Mechanisierung werden im Beispiel zu diesem Verpackungstyp nicht weiter behandelt sondern in den weiteren Kapiteln aufgegriffen. Betrachtet wird eine einfache Verpackungslinie mit Fördermitteln ohne weitere Mechanisierung (vgl. Abb. 2.37 und Tab. 2.11).

Den Schwerpunkt bildet hierbei die Anordnung der Fördermittel am Ende der Transportstrecke. Zum einen muss eine ergonomische Greifhöhe eingehalten werden (vgl. Kap. 2.4.2.2 Umverpacken). Die Höhe des Arbeitstisches muss so gewählt werden, dass sie 5 cm bis 10 cm unterhalb der Rollenbahn liegt. Zum anderen muss sichergestellt sein, dass die ankommenden Packgüter nicht in den Arbeitsbereich (Arbeitszentrum) des Verpackers (Zone I, vgl. Kap. 2.2.2.3) hineinbefördert werden. Hierfür ist im Greifraum eine entsprechende Staustrecke angebracht (vgl. Abb. 2.31). Die Packgüter „stauen“ sich an dieser Stelle und können von dort entnommen werden. Zusätzlich können die Packgüter bei Verpackungssystemen größerer Art (vgl. Abb. 2.17 rechtes Bild) im Umlaufverfahren in einer Warteschleife positioniert werden.

In den weiteren Kapiteln wird die Existenz von Stauzonen an den Arbeits- und Abnahmepunkten nicht weiter auf- und ausgeführt sondern generell vorausgesetzt.



- 1 = Umverpackung mit Faltschachteln
- 2 = Umverpackung auf Beistelltisch zur Ablage der Packungen
- 3 = Transportbehälter mit Kabeln (auf Stütze, 30° Neigung)
- 4 = Transportbehälter mit Kleinteilen (auf Stütze mit 30° Neigung)
- 5 = Beistelltisch für leere Transportbehälter (automatische lastabhängige Höhenverstellung)
- 6 = Beistelltisch zur Bereitstellung von Transportbehältern mit Kabeln (autom. lastabhängige Höhenverstellung)
- 7 = Beistelltisch für leere Transportbehälter (autom. Lastabhängige Höhenverstellung)
- 8 = Beistelltisch zur Bereitstellung von Transportbehältern mit Kleinteilen (autom. lastabhängige Höhenverstellung)
- 9 = Rollenbahn zum Transport der Güter
- 10 = Umverpackung mit Styroporeinlagen auf Beistelltisch (Neigung 30°)
- 11 = Packtisch mit Arbeitsfläche in Greifzone des Verpackers zum Bestücken der Faltschachteln
- 12 = Elektrisches Etikettiergerät auf höherverstellbarer Vorrichtung
- 13 = Gitterbox mit Packgütern

Abb. 2.37: Anordnung mit Legende des Packplatzes „Gerade Linie mit Fördermitteln“
/Har90, S. 51 - 53/

Tab. 2.11: Prozessschritte der „Geraden Linie mit Fördermitteln“ /Har90, S. 51 - 53/

| Prozessschritte Verpackungsablauf | | Mehrere verschiedenartige Teile in konstanter Kombination | Packplatz- typ Linie 2.5.1.1 |
|--------------------------------------|--|---|--|
| Reihen folge | Beschreibung | | Teilprozess |
| 1 | P1 Styroporeinlagen aus FS entnehmen und beide Hälften auf Arbeitsfläche legen zwei Güter aus Gitterbox entnehmen beide Güter in Styroporeinlage einstecken beide Hälften Styropor zusammenfügen und auf Rollenbahn schieben Hubvorrichtung eine Gutlage nach oben stellen | | Stoß- und Schwingungsschutz herbeiführen |
| 2 | P2 Styroporeinlage von Rollenbahn auf Arbeitsfläche stellen Folienbeutel mit Kabeln und Kabelteilen einfügen | | Zusatzteile verwenden |
| 3 | P2 unreifte FS-Stapel mit Messer öffnen mit linker Hand FS vom Stapel entnehmen, aufrichten | | Packmittel vorbereiten |
| 4 | P2 Styroporeinlage mit Packgut von Arbeitsfläche entnehmen und in FS einfügen | | Produkt einpacken |
| 5 | P2 FS-Deckel zufalten | | Packmittel nachbereiten |
| 6 | P2 Ablegen der FS auf Beistelltisch | | Packstück bereitstellen |

2.5.1.2 Kreisförmige Verpackungslinie

Im Gegensatz zu den geradlinig angeordneten Verpackungslinien benötigen nicht geradlinige weniger Platz. Mögliche Anordnungsformen können sein:

- Kreisförmig bzw. oval /NN05h/ oder
- Halbkreisförmig (Bumerang) bzw. L-Form /NN06o/, /NN06a/.

Auch bezüglich des Personalbedarfs können sich Vorteile ergeben, insbesondere dann, wenn der gebildete Kreis so ausgeprägt ist, dass das Packstück in unmittelbarer Nähe zum Absendeort zurückkehrt. Dieses „Bumerang-System“ kann im Extremfall sogar als „Ein-Mann-Packplatz“ das Füllen, Verschließen und Palettieren ermöglichen (vgl. Abb. 2.38).



Abb. 2.38: Firmenbeispiel für die Anordnung Halbkreis (Bumerang-System) /NN06o/

Häufig sind jedoch derartige Anlagen mit zwei Verpackern besetzt. Während der erste Verpacker z. B. für das Aufklappen und das Befüllen zuständig ist, übernimmt die zweite Person ggf. weiteres Befüllen mit Zusatzteilen, das Handling von Verpackungsmaschinen, die Etikettierung sowie die Ablage auf Paletten.

Als Verpackungsmaschinen können beispielsweise vollautomatische Bodenklappenfalter oder Faltschachtelverschließmaschinen eingesetzt werden.

Beim vollautomatischen Bodenklappenfalter mit anschließender Verschließmaschine muss das Bedienungspersonal die Schachteln zunächst auffalten und dann in die Maschine einführen. Dort werden die unteren Schachteltaschen eingefaltet und die Schachtel bis zum Befüllen bereitgestellt. Das Bedienungspersonal startet dann den Transport von der Schachtel in die Verschließmaschine. Beim anschließenden Durchlauf durch die Verschließmaschine wird der Karton unten und oben verklebt.

Bei der Faltschachtel-Verschließmaschine werden die Deckelklappen manuell/ mechanisiert entfaltet, dann wird die Faltschachtel manuell/automatisch in die Verschließmaschine befördert, dort wird sie unten und oben verschlossen. Im Anschluss daran wird die Faltschachtel manuell/automatisch über eine Rollenbahn aus der Verschließmaschine transportiert.

2.5.2 Anwendung des Prinzips „Ware zur Verpackung“

Bei dem hier behandelten Verpackungsarbeitsplatztyp wird das jeweilige Packgut grundsätzlich mit entsprechenden Fördermitteln an den Arbeitsplatz transportiert. Das Packmittel wird in der Regel nicht am Arbeitsplatz selbst sondern an vorgeschalteten Stationen aufgefaltet und in nachgeschalteten Stationen verschlossen. Nicht selten ist nur der eigentliche Prozessschritt „Produkt einpacken“ noch manuell. Das Vorbereiten der Packmittel beschränkt sich auf das Befüllen des Magazins in einem ansonsten mechanisierten Verpackungsprozess /NN05i/.

Nachfolgend werden die Verpackungsteilprozesse eines solchen Verpackungsplatztyps, an dem Whisky-Flaschen verpackt werden, beschrieben. Da diese Prozesse denen entsprechen, die an Einzelpackplätzen durchgeführt werden, erfolgt die Erläuterung nicht anhand von Abbildungen, sondern nur verbal. Die kontinuierliche Zuführung der Packmittel und Packgüter stellt jedoch bei diesem Verpackungsplatztyp ein neues Element gegenüber den Einzelverpackungsarbeitsplätzen dar. Deshalb wird der Teilprozess „Produkt einpacken“ als einziger bildlich dargestellt (vgl. Abb. 2.39).

Packplatz 1

An diesem Packplatz werden die Prozessschritte „Packmittel vorbereiten“ und „Inneneinrichtung verwenden“ durchgeführt.

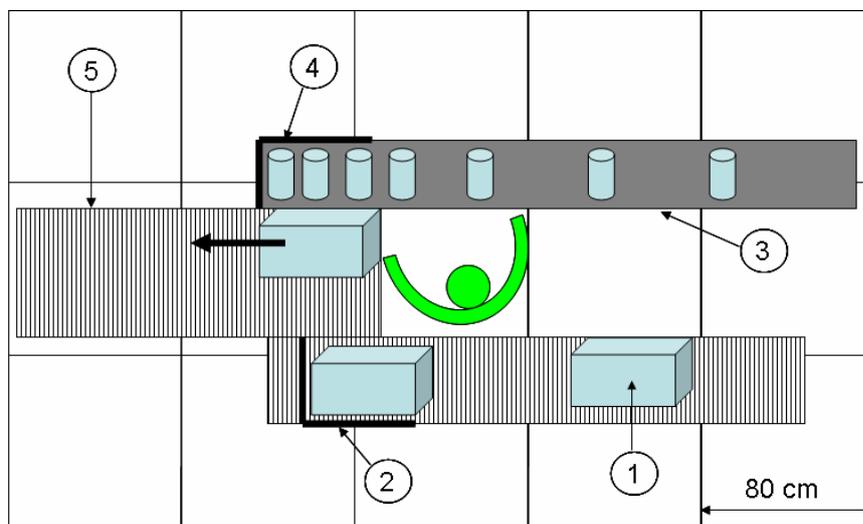
Im Rahmen des erstgenannten Prozessschritts kommt ein halbautomatischer Bodenklappenfalter mit anschließender Faltschachtel-Unterboden-Verschließmaschine zum Einsatz. Hierbei muss das Bedienungspersonal die Schachteln zunächst von der Palette nehmen, die Schachteln auffalten und in den Bodenklappenfalter stellen. Dort werden die unteren Schachteltaschen maschinell eingefaltet, dann schiebt der Verpacker die Schachtel in die Verschließmaschine. Beim anschließenden Durchlaufen der Verschließmaschine wird die Schachtel unten verklebt.

Da in die Faltschachtel mehrere Flaschen eingefügt werden, ist es erforderlich, diese mittels Wellpappe-Inneneinrichtungen zu trennen. Nach DIN 55405 werden hierunter

Einrichtungen zum Erzielen von Unterteilungen innerhalb des Packmittels (z. B. Stegeinsatz) verstanden.

Packplatz 2

Am Packplatz 2 erfolgt der Prozessschritt „Produkt einpacken“, dabei werden die Schachteln zunächst von links (hintere Stauzone) aufgenommen, dann auf die Rollenbahn (Arbeitsfläche) gesetzt, die Deckelklappen geöffnet; zwei Flaschen werden jeweils mit der linken und rechten Hand gegriffen, dann wird eine Drehung nach links gemacht und die Flaschen in die Faltschachteln eingefügt. Die letzten Arbeitsschritte werden viermal wiederholt. Zum Schluss werden die Deckelklappen verschlossen und die Faltschachteln aus der Stauzone auf die Rollenbahn geschoben.



- 1 = Leere Faltschachtel mit Inneneinrichtung und verschlossenem Deckelboden auf Rollenbahn
- 2 = Stauzone für leere Faltschachtel mit Absperrvorrichtung
- 3 = Förderband für den Transport des Packgutes
- 4 = Stauzone für das Packgut mit Absperrvorrichtung
- 5 = Rollenbahn zum Abtransport der gefüllten Faltschachtel

Abb. 2.39: Beispiel eines Verpackungsplatztyps nach dem Prinzip „Ware zur Verpackung“
/NN06p/

Packplatz 3

Der Prozessschritt „Packmittel nachbereiten“ wird am Packplatz 3 durchgeführt. Hierbei kommt eine Faltschachtel-Deckelboden-Verschließmaschine zum Einsatz. Dabei werden die Deckelklappen der aufgefalteten Faltschachteln manuell /mechanisiert entfaltet. In einem nächsten Schritt werden die Faltschachteln manuell /automatisch in die Verschließmaschine befördert, dort werden sie oben verschlossen. Zum Schluss werden die Faltschachteln mittels einer Rollenbahn aus der Verschließmaschine transportiert.

3. Verschiedene Ansätze des Gemeinkostenmanagements auf Vollkostenbasis

In der Vergangenheit wurde vor allem im Fertigungsbereich das größte Potenzial für Rationalisierungsmaßnahmen gesehen. Das hat dazu geführt, dass die Gemeinkosten⁸ stark in den Hintergrund getreten sind. Da der Anteil der Gemeinkosten an den Gesamtkosten, wie schon erwähnt, in den vergangenen Jahren stetig zugenommen hat, ist es für Unternehmen dringend erforderlich, frühzeitig ein leistungsfähiges Gemeinkostenmanagement aufzubauen.

Die Ursachen für den Gemeinkostenanstieg sind vor allem in Veränderungen

- der Produktionsbedingungen (hervorgerufen u. a. durch Automatisierung, komplexe Produktionsabläufe, Verflechtung der Unternehmensbereiche),
- in den Nachfrageverhältnissen (bedingt durch Spezifikation, Lieferflexibilität, Produkt- und Variantenvielfalt, Serviceleistungen etc.) und
- im Wettbewerb sowie in der Strategie (ausgelöst u. a. durch Internationalisierung, Globalisierung, kürzere Produktlebenszyklen usw.).

zu sehen (vgl. /Rem05, S. 12 - 16/).

Die Aufgabe des Gemeinkostenmanagements muss in diesem Zusammenhang darin bestehen, die Kosten und Leistungen der indirekten Bereiche nach Kosten und Leistungsarten sowie Kostenstellen zu analysieren, um so Transparenz zu schaffen und die gemeinkostentreibenden Faktoren zu identifizieren. Dies ist eine Grundvoraussetzung für die Planung, Steuerung und Kontrolle sowie die verursachungsgerechte Verrechnung der Gemeinkosten. Das Ziel des Gemeinkostenmanagements besteht letztendlich darin, die Gemeinkosten zu beeinflussen und zwar durch das Aufspüren von mengen- und wertmäßigen Einsparpotenzialen, das Ausnutzen von Beschäftigungsveränderungen, z. B. verstärkte Ausnutzung von degressiven Kostenverläufen und die Analyse der Zusammensetzung der Kostenkategorien, z. B. Veränderung der

⁸ Unter Gemeinkosten werden alle diejenigen Kosten verstanden, die einer definierten Bezugsgröße (Produkt, Produktgruppe, Kundengruppe, Prozess etc.) nicht direkt zugerechnet werden können.

Zuordnung der Gemeinkosten durch eine prozessbezogene Betrachtung.

Bei den prozessorientierten Ansätzen des Gemeinkostenmanagements handelt es sich um besonders leistungsfähige Instrumente, mit denen der stetig wachsende Anteil an Gemeinkosten in Unternehmen gut analysiert werden kann /Jeh97, S. 272/. Aus diesem Grund werden diese Ansätze im Folgenden dargestellt, ihre Unterschiede und Gestaltungsmöglichkeiten herausgearbeitet und Entwicklungspotenziale aufgezeigt.

3.1 Herkömmliche Ansätze des prozessorientierten Gemeinkostenmanagements

3.1.1 Activity Based Costing

Die Prozesskostenrechnung wurde zunächst in den USA unter dem Begriff „Activity Based Costing (ABC)“ entwickelt und dann in der deutschsprachigen Wissenschaft und Praxis übernommen. Ein wesentliches Ziel bestand darin, die Fertigungsgemeinkosten verursachungsgerecht zu verrechnen /Löc07, S. 57/. Die in Nordamerika dominierende Verrechnung der Gemeinkosten über die volumenorientierten Bezugsgrößen und die summarische Zuschlagskalkulation auf die Produkte sollte durch eine stärker differenzierte Kostenträgerrechnung verbessert werden /Klo92, S. 183/.

Das Activity Based Costing wird zur Ermittlung der Produktkosten für langfristige Preis- und Programmentscheidungen /Joh87, S. 36 ff./ eingesetzt. Diesem Verfahren liegt eine zweistufige Verrechnung zugrunde. Die Erfassung der Ressourcen, die im Rahmen von Tätigkeiten zur Leistungserstellung benötigt werden und deren Verrechnung auf Aktivitäten, bildet die erste Stufe. In der zweiten Stufe werden die Aktivitäten abgebildet, die zur Erstellung der Produkte erforderlich sind /Jeh97, S. 274/.

Die Einführung des ABC-Konzepts umfasst 5 Schritte /Coo90/, welche im Folgenden dargestellt werden.

Im Rahmen des ABC werden zunächst alle betrieblichen Tätigkeiten identifiziert und zu Aktivitäten aggregiert (1. Schritt). In einem nächsten Schritt (2. Schritt) werden die

Kosten der Tätigkeiten in Cost Pools gesammelt und als Aktivitätskosten ausgewiesen. Zwischen den Tätigkeits- und Aktivitätskosten besteht eine Relation (3. Schritt), die eine festzulegende Bezugsgröße darstellt. Mit ihr kann zum einen der Verbrauch an Ressourcen festgestellt und zum anderen können Aktivitäten abgegrenzt werden. In Abhängigkeit von der Zeit oder dem Volumen kann die Dimension der Bezugsgröße ausgewählt werden. Im vierten Schritt erfolgt als Grundlage für die Planung und Kontrolle die Zusammenfassung der Aktivitäten zu übergeordneten Activity Centern. Im letzten Schritt werden die produktbezogenen Bezugsgrößen (Cost Driver⁹) bestimmt.

Von der angestrebten Genauigkeit der Kostenträgerrechnung, der Heterogenität der Produkte und Produktmengen sowie des relativen Kostenanteils der Aktivitäten hängt die Anzahl der Cost Driver ab /Coo90a, S. 274 ff./. Bei der Auswahl der Art der Cost Driver spielen die Kosten der Erfassung, die Auswirkung auf das Verhalten der Mitarbeiter und der Grad der Korrelation der Cost Driver zu den Aktivitätsmengen eine entscheidende Rolle /Coo90a, S. 277 ff./. Je nach Art der untersuchten Aktivität (unit-level activities, batch-level activities, product-sustaining activities, facility-sustaining activities) erfolgt die Verteilung der Aktivitätskosten direkt auf die Produkte, über die Losgröße, über die Periodenkosten oder wertmäßige Größen /Coo91, S. 131 f./.

Bei dem ABC handelt es sich um eine Vollkostenrechnung, in deren Rahmen die Zurechnung sämtlicher Gemeinkosten anhand der zugehörigen Prozessbezugsgrößen zu den Produkten erfolgt, davon ausgeschlossen sind Kosten der Forschung und Entwicklung sowie Leerkosten¹⁰. Bei der Verteilung der Kosten wird hierbei von einer proportionalen Beziehung zwischen Ressourcenverbrauch und Kostenanfall ausgegangen.

⁹ Die englische Bezeichnung Cost Driver für den Begriff Kostentreiber hat auch im deutschsprachigen Raum Eingang in die Terminologie der Prozesskostenrechnung gefunden, daher wird der Begriff Cost Driver nachfolgend in dieser Arbeit verwendet.

¹⁰ Handelt es sich jedoch um Kosten der Konstruktionsänderung eines laufenden Produkts, so werden die Kosten auf dasselbige verrechnet /Coo88/.

Im Laufe der Jahre hat sich die Zielsetzung des ABC geändert, stand ursprünglich die Stückkostenermittlung im Fokus des Interesses, so gewinnt die Abbildung und Messung des Ressourceneinsatzes mehr und mehr an Bedeutung.

3.1.2 Prozesskostenrechnung

Allgemein wird der Aufsatz von Miller/Vollmann „The hidden factory“ aus dem Jahre 1985 als Auslöser für das kostenrechnerische Prozessdenken und die kritische Überprüfung der bestehenden Kostenrechnungssysteme angesehen /Mic04, S. 260/. In den USA wurde ab 1988 vor allem durch Cooper, Johnson und Kaplan ein Kostenrechnungssystem, das Activity Based Costing, vorgestellt, in dem über Aktivitäten, Kosten auf Ressourcen und Produkte verrechnet werden. In Deutschland griffen Horváth und Mayer die Prozesskostenrechnung ab 1989 auf und entwickelten sie konzeptionell weiter /Mic04, S. 260/.

Das Ziel der Prozesskostenrechnung (PKR) besteht vor allem darin, die Kostentransparenz in den indirekten Leistungsbereichen unter zusätzlicher Kenntnis der gemeinkostentreibenden Faktoren zu erhöhen /Mic04, S. 259/. Kennzeichnend für den deutschen Ansatz der Prozesskostenrechnung ist die zweistufige Prozesshierarchie /Hor93a, S. 613/. Jede Kostenstelle wird in Teilprozesse untergliedert, diese werden wiederum zu Hauptprozessen zusammengefasst. Durch das zweistufige Vorgehen können Veränderungen bei den Hauptprozessen, bei den Teilprozessen und letztendlich auch in den Kostenstellen aufgezeigt werden /Hor93a, S. 613/.

Grundsätzlich basiert die Prozesskostenrechnung ebenso wie die traditionelle Kostenrechnung auf einer Kostenarten-, Kostenstellen- und Kostenträgerrechnung, wobei die Einzelkosten direkt auf die Produkte verteilt werden und die Gemeinkosten indirekt über die Prozesskostenrechnung /Rem05, S. 26/.

Das Verfahren der Prozesskostenrechnung lässt sich formal wie folgt beschreiben (vgl. /Rem05, S. 26 f./: Ausgehend von der Tätigkeitsanalyse sind pro Kostenstelle Teilprozesse abzuleiten, denen über zu ermittelnde, gemeinkostentreibende Maßgrößen Prozesskosten zugerechnet werden. Anschließend sind die kostenstellenbezogenen Teilprozesse zu Hauptprozessen zusammenzufassen (vgl. Abb. 3.1). Mit

Hilfe der für die Hauptprozesse zu bestimmenden Kostentreiber und ihren zugehörigen Mengen lassen sich schließlich Hauptprozesskosten bestimmen.

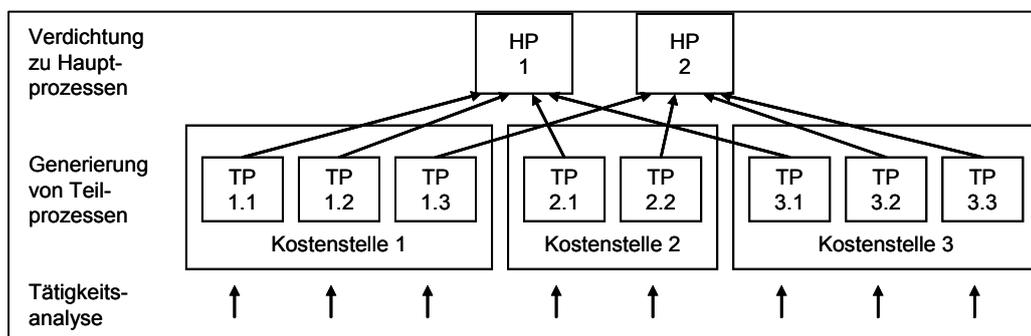


Abb. 3.1: Prinzip der Hauptprozessverdichtung (in Anlehnung an /Rem05, S. 31/)

Mit Hilfe der Tätigkeitsanalyse wird das Arbeitsvolumen der Kostenstellen art- und mengenmäßig nach Vorgängen erfasst und die zeitliche Beanspruchung der Kostenstellenmitarbeiter durch die Arbeitsvorgänge ermittelt. Hierzu werden die in jeder Kostenstelle auszuführenden Tätigkeiten mit Hilfe von Interviews oder Selbstaufzeichnungen von Mitarbeitern ermittelt. Im Mittelpunkt der Analyse stehen homogene Leistungen mit geringem Entscheidungsspielraum und Wiederholungscharakter (repetitive Leistungen), da diese Tätigkeiten im Gegensatz zu planenden und organisatorischen quantifiziert werden können /Rem97, S. 59/.

Die im Rahmen der Tätigkeitsanalyse ermittelten Kostenstellentätigkeiten sind zu umfangreich und atomistisch angelegt, um hierüber eine Verteilung der Gemeinkosten vornehmen zu können, zudem werden mit ihnen keine funktionalen Zusammenhänge des Arbeitsablaufs abgebildet, aus diesem Grund sind sie zu kostenstellenbezogenen Teilprozessen zusammenzufassen /Mic04, S. 272/. Bei der Generierung von Teilprozessen aus Tätigkeiten sollten vor allem folgende Aspekte berücksichtigt werden /Rem05, S. 28/:

- Der Teilprozess sollte mit einem Arbeitsergebnis (Output) abschließen.
- Ihm sollte eine bestimmte Ressourceninanspruchnahme (Input) zugeordnet werden können.
- Die Durchlauf- bzw. Bearbeitungszeit sollte ermittelt werden können.

- Der Teilprozess sollte sachlich voneinander abhängige Tätigkeiten umfassen, die in einer bestimmten Abfolge stehen.

Je nach Komplexitätsgrad der Tätigkeiten, des Umfangs des untersuchten Gemeinkostenbereichs und des gewünschten Genauigkeitsgrades sollte entweder eine höhere Anzahl an Teilprozessen oder eine geringere gebildet werden. Für den indirekten Leistungsbereich ist es aufgrund der dort typischerweise vorliegenden heterogenen Leistungen nicht sinnvoll, nur einen Teilprozess zu bestimmen. Eine zu große Differenzierung bei der Teilprozessermittlung verursacht demgegenüber einen intensiven Pflege- und Änderungsaufwand.

Die identifizierten Teilprozesse sind anschließend daraufhin zu untersuchen, inwieweit sie sich in Bezug auf das geforderte Leistungsvolumen mengenvariabel oder mengenfix verhalten. Horváth und Mayer haben dafür die Begriffe „leistungsmengeninduziert (Imi)“ und „leistungsmengenneutral (Imn)“ geprägt. Die Kosten, die von leistungsmengeninduzierten Teilprozessen durch die Inanspruchnahme von Ressourcen verursacht werden, heißen leistungsmengeninduzierte Teilprozesskosten; entsprechend werden Kosten, die den Imn-Teilprozessen zugerechnet werden können, als leistungsmengenneutral bezeichnet.

Für die Imi-Teilprozesse sind geeignete Maßgrößen zu finden, mit denen sich die Prozesse mengenmäßig quantifizieren lassen und durch die die Abhängigkeit vom Leistungsvolumen der Kostenstelle deutlich wird /Mic04, S. 273/. Bei der Auswahl der Maßgrößen muss darauf geachtet werden, dass sie

- verständlich sind,
- aus den verfügbaren Informationen einfach abzuleiten sind und
- eine Proportionalität zur Beanspruchung der Ressourcen aufweisen /Mic04, S. 274/.

Als Maßgrößen finden daher nur Mengengrößen Anwendung. Hierbei kann es sich bspw. um die Anzahl der Bestellungen in der Kostenstelle „Einkauf“ oder die Anzahl der zu verpackenden Produkte in der Kostenstelle „Verpacken“ handeln. Für die leistungsmengenneutralen Teilprozesse lassen sich keine Maßgrößen bestimmen, da sie unabhängig vom Leistungsvolumen der Kostenstelle sind /Mic04/.

Nach der Festlegung der Maßgröße ist die zugehörige Prozessmenge zu bestimmen. Diese ergibt sich aus der Anzahl der Durchführungen eines Imi-Teilprozesses, dient als Kapazitätsmaßstab für die entsprechenden Prozesse und stellt eine Art Produktivitätskennzahl für den indirekten Leistungsbereich dar. Mit Hilfe der Prozessmengen kann der Verbrauch an Ressourcen und entsprechenden Kosten gemessen werden.

Für die Bestimmung der Prozessmengen kann entweder eine analytische Planung Anwendung finden oder aber eine Ermittlung der Mengenangaben aus normalisierten Vergangenheitswerten unter Einbeziehung von zusätzlichen Schätzungen. Die Hauptprozessmenge bildet dabei die Grundlage für die Bestimmung der Teilprozessmengen und die dazu erforderliche Kapazität an Ressourcen der Kostenstelle.

In einem nächsten Schritt sind für jeden Teilprozess in einer Kostenstelle die Kosten zu ermitteln. Da die retrograde Planung der Teilprozesskosten vorherrschend ist /Mic04, S. 277/ wird diese Planungsvariante im Folgenden vorgestellt. Bei dieser Variante werden die nach Kostenarten differenzierten Kostenstellenkosten als Basis für die Prozesskostenplanung übernommen. Die Verteilung der Personalkosten auf die Teilprozesse kann mit Hilfe von Bearbeitungszeiten vorgenommen werden, die z. B. mit Hilfe von Selbstaufschreibungen ermittelt werden /Hein97, S. 50/. Aufgrund ihrer sachlichen Zugehörigkeit können die restlichen Kostenarten entsprechend der Verteilung der Personalkosten auf die Teilprozesse verrechnet werden. Liegt eine Dominanz der Personalkosten vor, so ist die oben genannte Verteilungsmethodik aus ökonomischer Sicht einer analytischen Planung der Sachkosten vorzuziehen /Hor89, S. 217/, /Hein97, S. 51/. Der Einsatz der Zeit als Verrechnungsmaßstab der Kostenarten auf die Teilprozesse ermöglicht zudem die Übernahme der Kosten im Rahmen einer ablauforientierten Darstellung von Prozessketten. Hiermit wird eine wichtige Basis zur Bewertung von Zeitverlusten und Verzögerungen gelegt.

Die Imi- und Imn-Teilprozesse weisen somit die entsprechenden Periodenkosten aus. Da die Imn-Teilprozesse nicht quantitativ erfasst werden können, die Imi-Teilprozesse jedoch leitend, dispositiv oder allgemein administrativ begleiten, werden für die Imi-Teilprozesse neben den Imi-Teilprozesskosten auch Imn-Umlageprozesskosten ermittelt. Hierzu wird der Quotient aus Imi-Teilprozesskosten und der Summe aller

lmi-Teilprozesskosten mit der Summe der lmn-Teilprozesskosten multipliziert (vgl. Gleichung 3.1).

Gleichung 3.1

$$l_{mn-UPK} = \sum l_{mn-TPK} \cdot \frac{l_{mi-TPK}}{\sum l_{mi-TPK}}$$

mit

l_{mn-UPK} = lmn-Umlagekosten

l_{mn-TPK} = lmn-Teilprozesskosten

l_{mi-TPK} = lmi-Teilprozesskosten

Durch die Addition der lmi-Teilprozesskosten und der lmn-Umlagekosten ergeben sich dann die Teilprozesskosten der lmi-Teilprozesse (vgl. Gleichung 3.2)

Gleichung 3.2

$$\sum l_{mi-TPK} = l_{mi-TPK} + l_{mn-UPK}$$

mit

l_{mi-TPK} = lmi-Teilprozesskosten

l_{mn-UPK} = lmn-Umlagekosten

Durch die Division der Teilprozesskosten durch die Prozessmenge lassen sich für die lmi-Teilprozesse Prozesskostensätze ermitteln. Hier können zum einen lmi-Teilprozesskostensätze berechnet werden (vgl. Gleichung 3.3) und zum anderen Gesamt-Teilprozesskostensätze inklusive lmn-Umlage (vgl. Gleichung 3.4).

Gleichung 3.3

$$l_{mi-TPKS} = \frac{l_{mi-TPK}}{PM}$$

mit

$l_{mi-TPKS}$ = lmi-Teilprozesskostensatz

l_{mi-TPK} = lmi-Teilprozesskosten

PM = Prozessmenge

Gleichung 3.4

$$lmi-TPKS_{ges} = \frac{lmi-TPK}{PM}$$

mit

$lmi-TPKS_{ges}$ = *lmi-Teilprozesskostensatz gesamt*

$lmi-TPK$ = *lmi-Teilprozesskosten*

PM = *Prozessmenge*

Mit Hilfe eines Teilprozesskostensatzes werden die (geplanten) Kosten pro einmaliger Durchführung eines lmi-Teilprozesses anschaulich dargestellt. Somit können diese Kostensätze zur Beurteilung der wirtschaftlichen Leistung einer Kostenstelle herangezogen werden. Ferner werden sie zur Berechnung der Hauptprozesskosten eingesetzt.

In einem letzten Schritt werden die auf Kostenstellenebene gebildeten lmi-Teilprozesse zu Hauptprozessen zusammengefasst, wobei die sachliche Zugehörigkeit eines Teilprozesses zu einem oder mehreren Hauptprozessen maßgeblich ist /Hor93a, S. 620/ (vgl. auch Abb. 3.1). Das Ziel dieser Aggregation besteht in der Planung und Kontrolle der Gemeinkostenbereiche mit nur wenigen Kosteneinflussfaktoren.

Für die Hauptprozesse sind ebenfalls wie für die lmi-Teilprozesse Maßgrößen zu bestimmen. Die Maßgrößen für Hauptprozesse werden Cost Driver genannt und dienen auf der einen Seite zur Quantifizierung des Leistungsergebnisses des entsprechenden Hauptprozesses und auf der anderen Seite zur Verrechnung der Kosten auf die Produkte /Mic04, S. 280/.

Die Ermittlung der Kosten der Hauptprozesse macht keine Kostenplanung erforderlich, sie wird stattdessen mit Hilfe von Rechenoperationen durchgeführt. Die lmi-Teilprozesskostensätze werden hierfür mit den jeweiligen Prozessmengen multipliziert, die anschließende Summenbildung ergibt die lmi-Hauptprozesskosten. Werden diese lmi-Hauptprozesskosten durch die Hauptprozessmenge dividiert, so errechnet sich der lmi-Hauptprozesskostensatz (vgl. Gleichung 3.5) oder unter Berücksichtigung der lmn-Umlage der lmi-Teilprozesse der gesamte Hauptprozesskostensatz (vgl. Gleichung 3.6).

Gleichung 3.5

$$lmi-HPKS = \frac{lmi-HPK}{HPM}$$

mit

$lmi-HPKS$ = *lmi-Hauptprozesskostensatz*

$lmi-HPK$ = *lmi-Hauptprozesskosten*

HPM = *Hauptprozessmenge*

Gleichung 3.6

$$HPKS_{ges} = \frac{HPK_{ges}}{HPM}$$

mit

$HPKS_{ges}$ = *Gesamt-Hauptprozesskostensatz*

HPK_{ges} = *Hauptprozesskosten*

HPM = *Hauptprozessmenge*

Der lmi-Hauptprozesskostensatz zeigt die mit der Durchführung eines Hauptprozesses verbundenen leistungsvolumenabhängigen Kosten; der Gesamt-Hauptprozesskostensatz die gesamten lmi- und lmn-Kosten.

Neben der Erhöhung der Transparenz der Kosten in den indirekten Leistungsbereichen, der verursachungsgerechteren Kalkulation, des Aufdeckens von Rationalisierungspotenzialen und der Produkt- und Prozessplanung kann mit der Prozesskostenrechnung eine verbesserte Kostenzuordnung erzielt werden, die unter den Begriffen Allokations-, Komplexitäts- und Degressionseffekt diskutiert wird /Coe91, S. 32 f./, /Frö94, S. 171 ff./, /Rem05, S. 187 - 189/.

Durch die differenzierte Zuordnung (Allokation) der Kosten auf die einzelnen Produkte, weitgehend ohne Zuschlagsbasen, entsteht der Allokationseffekt. Die kostenmäßige Abbildung der Produktkomplexität wird als Komplexitätseffekt bezeichnet. Im Gegensatz zu Standardprodukten nehmen komplexere Produkte naturgemäß mehr Tätigkeiten in Anspruch und verursachen somit auch höhere Kosten. Im Rahmen der Prozesskostenrechnung wird den komplexeren Produkten ein entsprechend höherer Anteil an Gemeinkosten angelastet. Unter dem Degressionseffekt wird die Verrech-

nung losgrößenunabhängiger Prozesskostensätze verstanden. Mit Hilfe der Prozesskostenrechnung wird somit die Senkung der Stückkosten auflagenstarker Produkte erzielt, während Produkte in kleinen Losgrößen hohe Stückkosten aufweisen.

3.2 Ressourcenorientierte Ansätze des prozessorientierten Gemeinkostenmanagements

3.2.1 Ressourcenorientierte Prozesskostenrechnung

Die Basis für die ressourcenorientierte Prozesskostenrechnung bildet das Ressourcenverfahren, welches 1988 von Schuh zur Bewertung von Produktvarianten entwickelt wurde /Sch88, S. 105/. Eversheim und Schuh entwickelten dieses Verfahren weiter, so dass damit Geschäftsprozesse bewertet werden können /Eve95, S. 184/.

Mit der ressourcenorientierten Prozesskostenrechnung (PKR) wurde die Absicht verfolgt, die durch die Variantenvielfalt verursachten Kosten in den indirekten Unternehmensbereichen transparent zu machen. Hierzu wurde ein Ressourcenverfahren entwickelt, in dem der Werteverzehr der Ressourcen Personal, Maschinen, Gebäude, Kapital und EDV über Verbrauchsfunktionen in Abhängigkeit von Bezugsgrößen gebracht wird /Sch88, S. 87 ff./. Das Ressourcenverfahren bildete die Grundlage für die daraus entwickelte ressourcenorientierte Prozesskostenrechnung.

Der von Männel gestellten Forderung, dass sich die Kostenbeeinflussung stets auf die Beziehung zwischen Ressourcen, Prozessen und Produkten ausrichten hat /Män94, S. 201/, wird die PKR gerecht, da sie die Zusammenhänge in einem Nogramm dieser drei Größen abbildet.

Die Erfassung und Gliederung der Unternehmensressourcen bildet den ersten Schritt der RPK, dabei wird eine Differenzierung zwischen den Produktionsfaktoren Personal, EDV, Betriebsmittel, Gebäude, Kapital, Material, Information und Zeit vorgenommen /Eve95, S. 75 ff./. Nach der Identifizierung dieser Faktoren, sind die Geschäftsprozesse zu erfassen und voneinander abzugrenzen. Die hierfür angewendete Prozessanalyse ist größtenteils mit der Tätigkeitsanalyse identisch, die bei der herkömmlichen Prozesskostenrechnung eingesetzt wird.

In einem nächsten Schritt wird der Ressourcenverbrauch für jeden Prozess bestimmt. Abhängig von den identifizierten Ressourcentreibern oder Bezugsgrößen kann der quantitative Ressourcenverzehr mittels einer technischen Verbrauchsfunktion dargestellt werden.

Mit Hilfe einer linearen Kostenfunktion im linken Teil des Nomogramms (vgl. Abb. 3.2) kann eine monetäre Bewertung des ermittelten Ressourcenverzehrs vorgenommen werden. Mittels dieser Funktion erfolgt die Zuordnung der Kostenarten zu den entsprechenden Ressourcen, dabei ist es möglich, mehrere Kostenarten (z. B. Personalkosten, Raumkosten, EDV-Kosten etc.) auf eine Ressource (z. B. Personal) zu verteilen und einen Prozesskostensatz zu ermitteln /Kai95, S. 44/. Dies ist vor allem dann sinnvoll, wenn der Anteil einzelner Kostenarten an einem Teilprozess besonders groß ausfällt (größer als 80 %). Bei vielen Kostenstellen der indirekten Unternehmensbereiche /Sch94, S. 77/, aber auch im Verpackungsbereich, in dem zum Großteil manuelle Tätigkeiten vorherrschen, ist dies der Fall.

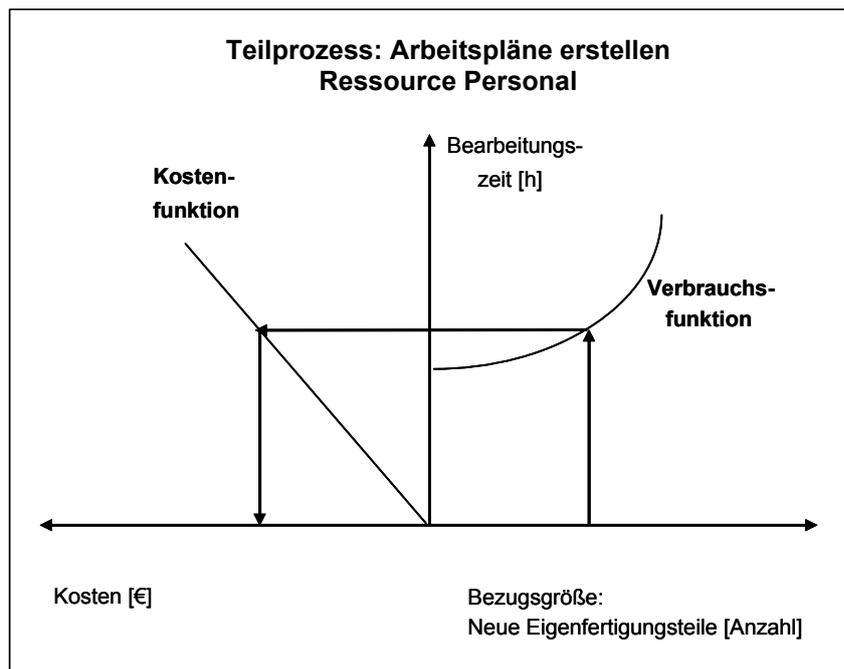


Abb. 3.2: Beispiel eines Kostenfunktionsnomogramms /Sch97, S. 37/

3.2.2 Ressourcenorientierte Prozesskettenanalyse

Die ressourcenorientierte Prozesskettenanalyse (RPKA), die von Kuhn, Manthey und Pielok entwickelt wurde, stellt keine eigenständige Entwicklung dar, mit ihr wird die ressourcenorientierte Prozesskostenrechnung im Hinblick auf Prozessketten konkretisiert. Die Basis für die RPKA bildet das Modellparadigma des Prozesskettenmanagements /Kuh95/, /Pie94/, welches für die Gestaltung logistischer Systeme entwickelt wurde. Die Hauptziele dieses Modells bestehen darin, Prozesse zu optimieren und in diesem Zusammenhang die Kosten verursachungsgerecht auf die Prozesse zu verteilen. Für die entsprechende Kostentransparenz ist eine umfassende Analyse der unternehmensinternen Prozesse erforderlich.

Die Analyse erfolgt in sechs Schritten. In einem ersten Schritt wird die zu analysierende Prozesskette ausgewählt und modelliert. Eine Prozesskette entsteht durch die Aneinanderreihung von Prozessen und wird in einem Prozesskettenplan dargestellt. Die RPKA nutzt das Prozesssystemmodell (vgl. Abb. 3.3), welches dem Prozesskettenmanagement zugrunde liegt, um auf drei voneinander unabhängigen Ebenen den vorausseilenden und den koordinierenden Informationsfluss sowie den Materialfluss abzubilden /Kuh96, S. 130/. In diesem Modell können die Unternehmensprozesse auf unterschiedlichen Detaillierungsstufen identisch strukturiert werden; aus diesem Grund wird das Modell als selbstähnlich bezeichnet /Pie94, S. 14/. Über die Parameter Quellen, Senken, Ressourcen, Strukturen, Prozesse und Lenkung kann jeder Prozess eindeutig bestimmt werden.

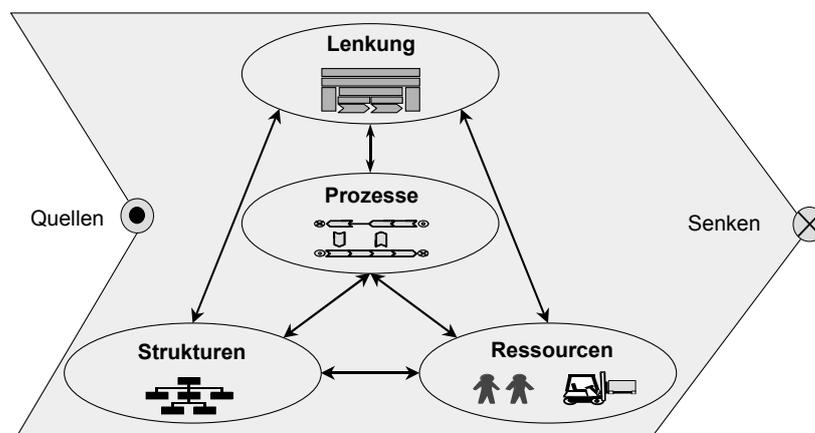


Abb. 3.3: Prozesssystemmodell (in Anlehnung an /Kuh96, S. 131/)

In einem zweiten Schritt werden die Einzelkosten des Ressourcenverbrauchs der jeweiligen Prozesse erfasst und den Quellen zugeordnet /Kuh96, S. 131/. Eine begrenzte Anzahl an Produktionsfaktoren wird in Ressourcenpools zusammengefasst und als unternehmerisches Ressourcenangebot definiert. Darauf aufbauend erfolgt in den Schritten drei bis fünf die eigentliche Ressourcenverteilung auf die einzelnen Prozesse (Parametrisierung). Dann wird die Bewertung der Ressourcenpools mit Kosten vorgenommen, wobei zwischen leistungsmengenabhängigen und leistungsmengenunabhängigen Ressourcenkosten differenziert wird /Kuh96, S. 133/. Die Ersteren werden direkt auf die Prozesse verteilt, im Gegensatz dazu werden die leistungsmengenunabhängigen Kosten „gemäß der zeitlichen Ressourceninanspruchnahme“ geschlüsselt auf die Prozesse umgelegt. Für jeden Ressourcenpool werden zusätzlich Angaben zur Anpassungsfähigkeit an sich ändernde Leistungsgrade gemacht.

Für jeden Prozess wird das Leistungsspektrum (Mindest- und Höchstlast), das in Anzahl „Objekte pro Zeiteinheit“ gemessen wird, festgelegt /Kuh96, S. 132/. Um eine verursachungsgerechte Verteilung der Kosten sicherzustellen, sollte es sich bei der Objekteinheit um den Hauptkostentreiber des Prozesses handeln. Nach der Festlegung des Leistungsspektrums, erfolgt im vierten Schritt die Ermittlung des Ressourcenverzehrs der zu untersuchenden Prozesse. Für das definierte Leistungsspektrum werden in Analogie zu den Kostenverläufen, die aus der Kostentheorie bekannt sind, konstante, gleichmäßig und ungleichmäßig sprungfixe, lineare und ungleichmäßig lineare Verläufe der Ressourcenbedarfe unterschieden /Kuh96, S. 132/.

Im fünften Schritt werden das Angebot und der Bedarf miteinander verknüpft, dadurch wird die Prozessparametrisierung abgeschlossen. Die fünf Schritte bilden die Basis für ressourcenorientierte Prozesskostenanalysen. Die Prozesskosten können direkt aus dem Güterverbrauch abgeleitet werden, der durch die Prozesse verursacht wird, hierbei kann eine Unterscheidung zwischen Nutz- und Leerkosten vorgenommen werden. Leerkosten entstehen durch Ressourcenverbräuche, die keinen Beitrag zur Leistungserstellung der Prozesse erbringen, im Gegensatz dazu handelt es sich bei Nutzkosten um Kosten, die direkt durch die Leistungserstellung verursacht werden. Neben dieser Unterteilung können die Nutz- und Leerkosten zusätzlich in leistungsmengenabhängig und -unabhängig differenziert werden, so dass weitere Er-

kenntnisse zur Aufdeckung von Kostensenkungspotenzialen gewonnen werden können /Kuh96, S. 135/.

3.3 Vergleich der Kostenrechnungsverfahren

Das **Activity Based Costing** unterscheidet sich von der Prozesskostenrechnung neben der fehlenden Trennung in Teil- und Hauptprozesse vor allem dadurch, dass die Bildung von Kostenstellen nicht erforderlich ist /Hor93, S. 15/. Des Weiteren wird keine Differenzierung zwischen mengenabhängigen und mengenunabhängigen Prozessen vorgenommen /Hor93, S. 15/. Ferner konzentriert sich das ABC auf die Overhead-Bereiche der Fertigung, während im Rahmen der Prozesskostenrechnung die Gemeinkosten der indirekten Bereiche betrachtet werden /Hor93a, S. 611/.

Im Rahmen der **ressourcenorientierten Prozesskostenrechnung** werden Gemeinkosten oder Einzel- und Gemeinkosten auf Prozesse verrechnet. Für beide Verfahren wird die Annahme getroffen, dass technische Größen existieren, die kostenbestimmend sind und somit den Produktionsfaktorverzehr in den Geschäftsprozessen determinieren. Aus diesem Grund ist dieser Ansatz im Vergleich zur herkömmlichen Prozesskostenrechnung stärker ressourcenorientiert.

Im Unterschied zur konventionellen Prozesskostenrechnung werden die Bezugsgrößen nicht direkt auf die Kosten bezogen. Stattdessen bilden Cost Driver eine Variable der Verbrauchsfunktion, die den technisch-funktionalen Zusammenhang zwischen kostentreibender Bezugsgröße (Cost Driver) und Ressourcenverbrauch beschreibt (rechter Teil des Nomogramms). Vor diesem Hintergrund kann der Cost Driver auch als Ressourcentreiber bezeichnet werden. Somit wird unterstellt, dass kostenbestimmende, technische Größen existieren, die den Anteil des anfallenden Werteverzehrs bestimmen /Sch93, S. 160/.

Dabei sind nicht nur lineare Abhängigkeiten zugelassen, sondern es können prinzipiell beliebige Funktionstypen verwendet werden, die nach Ansicht von Schuh und Steinfatt die „Kostenwahrheit“ erhöhen /Sch93, S. 345/. Dadurch können bei der Erfassung der Verbrauchsfunktionen auch differenzierte Zusammenhänge dargestellt werden, ohne eine komplexe Analyse durchführen zu müssen. Darüber hinaus wird

hierdurch die Akzeptanz bei den befragten Kostenstellenverantwortlichen gefördert, da die Verhältnisse wirklichkeitsgetreuer abgebildet werden können /Sch94, S. 78/. Somit kann auf bisherige, häufig kritisierte Vereinfachungen (vgl. hierzu May91, S. 302/ weitgehend verzichtet werden.

Im Rahmen der PKR wird eine systematische Differenzierung zwischen Verbrauchs- und Kostenfunktion vorgenommen, dies ermöglicht eine getrennte Anpassung des Modells an reale Veränderungen. Die Kostenfunktion kann z. B. aufgrund geänderter tariflicher Vereinbarungen eine Modifikation erfahren. Ohne die Prozesse neu analysieren zu müssen, kann das Modell mit geringem Aufwand an die veränderten Kostendaten angepasst werden. Auch bei Prozessänderungen können die entsprechenden Verbrauchsfunktionen ohne Schwierigkeiten angepasst werden /Sch94, S. 79/. Somit ist eine getrennte Analyse von Produkt-, Prozess- und Kostenveränderungen möglich. Im Unterschied zur herkömmlichen Prozesskostenrechnung kann eine Ressource eine beliebige Anzahl von Ressourcenarten und/oder Bezugsgrößen aufweisen /Sch92, S. 48/. Die Ressource Personal könnte z. B. in die Ressourcen „Personal gewerblich“ und „Personal angestellt“ differenziert werden.

Mit der RPK können verschiedene funktionale Zusammenhänge zwischen Prozessmenge und Bezugsgröße dargestellt werden, somit ist sie stärker produktionsorientiert als die herkömmliche Prozesskostenrechnung. Dies führt zu einer hohen Verrechnungsgenauigkeit. Mit der erstmaligen Bestimmung der Verbrauchs- und Kostenfunktionen ist allerdings ein hoher Aufwand verbunden.

Da die RPK keine konventionellen Kostenrechnungsverfahren ersetzen sondern nur ergänzen kann und mit ihrer Erstellung ein hoher Aufwand verbunden ist, muss abgewogen werden, ob der Einsatz wirtschaftlich sinnvoll ist /Jeh97, S. 282/.

Im Rahmen der RPK werden Prozesse und deren Gestaltungselemente nur in geringem Umfang untersucht, da sie ursprünglich nicht zur Bewertung von Geschäftsprozessen entwickelt worden ist.

Im Gegensatz zur RPK ist es bei der **ressourcenorientierten Prozesskettenanalyse** nicht erforderlich, aufwendig Verbrauchs- und Kostenfunktionen zu bestimmen.

Mit der RPKA kann keine Produktkalkulation vorgenommen werden, so dass sich hierdurch im Vergleich zur herkömmlichen Prozesskostenrechnung eindeutig ein Nachteil ergibt. Zudem trifft Kritik der Kostenschlüsselung, die bei der Prozesskostenrechnung geäußert wird, auch auf die RPKA zu. Allerdings kann die Kostenanalyse im Rahmen der ressourcenorientierten Prozesskettenanalyse detaillierte Informationen insbesondere zu der Leistung von Prozessketten und deren Kosten liefern. Dies kann zur Reduzierung von Durchlaufzeiten, Beständen und Kosten sowie zur Auslastung von Kapazitäten führen. Aufgrund ihrer Komplexität kann die ressourcenorientierte Prozesskettenanalyse jedoch nur mit Hilfe eines geeigneten Softwareprogramms durchgeführt werden.

3.4 Gründe für die Entwicklung eines neuartigen Prozesskostenmodells

Im Jahr 2005 befragten die Controlling-Experten der Unternehmensberater Horváth & Partners die wichtigsten Versicherungsunternehmen, welche neuen Controlling-Methoden sie einsetzen. Nur 38 Prozent gaben an, mit Hilfe der Prozesskostenrechnung ihre Betriebskosten verursachungsgerecht zu verrechnen /Hor05/.

Im Vergleich dazu ist auch die öffentliche Verwaltung schon recht weit: 22 Prozent der vom Fraunhofer-Institut für Arbeitswissenschaft und Organisation (IAO) in Stuttgart im Jahr 2005 befragten Kommunen geben an, die Prozesskostenrechnung einzusetzen /Göl05/.

Auch in den Industriebetrieben hält die Prozesskostenrechnung allmählich Einzug. Hier sind es etwa 40 Prozent, die diese Methode einsetzen. Das hat das Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI) in seiner repräsentativen Studie in dieser Branche herausgefunden. Dabei ist sie in den Betrieben weiter verbreitet, die sich langfristiger um ihre Entwicklung kümmern und nicht nur kurzfristig planen /Kin03/.

Vor dem Hintergrund der geschilderten Situation und der Tatsache, dass besonders für Verpackungsprozesse keine detaillierten Kostenaufzeichnungen vorliegen (vgl. Kap. 1.1), wird im Rahmen dieser Arbeit ein Prozesskostenmodell für diesen Bereich entwickelt.

Im Folgenden wird erläutert, welche methodischen Ansätze von den Vorgestellten für die Konzipierung des Prozesskostenmodells eingesetzt werden.

Für das zu entwickelnde Prozesskostenrechnungsmodell ist es unerlässlich, Tätigkeiten zu Teilprozessen zusammenzufassen, die sachlich voneinander abhängen. Nur auf diese Weise kann ein Hauptziel des Modells, die Identifikation handhabungs- und damit kostenintensiver Teilprozesse, realisiert werden.

Im Rahmen des Activity Based Costing erfolgt die Zusammenfassung von Tätigkeiten zu Aktivitäten, die von einem gleichen Cost Driver abhängen. Mit diesem Verfahren wird somit ein Maximum an Kostenwahrheit auf der Seite der Kostenträger erzielt, da auch die Kostenstellengrenzen ignoriert werden; allerdings kann hierbei das Problem auftreten, dass Aktivitäten aus Tätigkeiten bestehen, die in keinem funktionalen Zusammenhang stehen. Des Weiteren wird das Activity Based Costing nur für die Planung der Kosten im Fertigungsbereich eingesetzt, so dass es als Kostenrechnungsverfahren für die Kalkulation manueller Verpackungsarbeitsplätze, die sich im indirekten Bereich befinden, ausscheidet.

Neben der Übernahme der Kosten aus der Kostenstellenrechnung als Eingangsgrößen für das Prozesskostenmodell ist geplant, zwischen leistungsmengeninduzierten und leistungsmengenneutralen Kosten zu differenzieren. Diese Vorgehensweise wird sowohl in der herkömmlichen Prozesskostenrechnung als auch der ressourcenorientierten Prozesskettenanalyse praktiziert. Da die Zielstellung des Prozesskostenmodells in der Ermittlung der Kosten einzelner Verpackungsteilprozesse besteht und nicht die Nutz- und Leerkosten im Fokus stehen, wird bei der Konzipierung des Prozesskostenmodells nicht auf alle Elemente der RPKA zurückgegriffen, sondern fließt nur das charakteristische Merkmal der Prozesskostenrechnung „Trennung in lmi- und lmn-Kosten“ mit ein.

Ein Nachteil bei der herkömmlichen Prozesskostenrechnung besteht darin, dass nur Prozesskostensätze für eine bestimmte Jahressystemlast ermittelt werden, dies führt sowohl bei Über- als auch bei Unterdeckung zu falschen Ergebnissen. Bei der ressourcenorientierten Prozesskostenrechnung können die Kosten dagegen für jede Systemlast individuell geplant werden, so dass dieses Charakteristikum für das Konzept des Prozesskostenmodells genutzt wird.

Die RPK, die die Erfassung des Werteverzehrs der Prozesse nicht nur in Abhängigkeit von einer sondern von verschiedenen Ressourcen ermöglicht, ist in dem vorliegenden Fall zu aufwendig, insbesondere weil nur manuelle Tätigkeiten betrachtet und daher primär personelle/zeitliche Ressourcen als Hauptressource (Nebenressource: z. B. Gebäude) analysiert werden. Auch die Möglichkeit, die die RPK bietet, jede funktionale Beziehung zwischen den Teilprozessen und den Ressourcen in einer Verbrauchsfunktion abzubilden, würde weit über eine praktisch und einfach zu handhabende Modellierung hinausgehen und wird deshalb nicht genutzt.

Vor dem Hintergrund der geschilderten Aspekte wird im Rahmen der Arbeit ein Prozesskostenmodell entworfen, welches insbesondere die Elemente der herkömmlichen Prozesskostenrechnung und der ressourcenorientierten Prozesskostenrechnung beinhaltet und verbindet.

In der nachfolgenden Tab. 3.1 sind die Elemente dieser beiden Kostenrechnungsverfahren aufgeführt, die bei der Entwicklung des Prozesskostenmodells mit einfließen. Ergänzt werden diese Teilbereiche um das Element aus der ressourcenorientierten Prozesskettenanalyse, dem Prozesskettenplan, so dass das Modell in dieser Kombination sowohl zur Prozess- als auch zur Produkt- und Verpackungsvariantenkalkulation eingesetzt werden kann.

Tab. 3.1: *Elemente der Prozesskostenrechnungsverfahren als Ausgangsbasis für die Konzeption des Prozesskostenmodells /eigene Abbildung/*

| Prozesskostenrechnung | RPK |
|--|---|
| Tätigkeitsanalyse | Tätigkeitsanalyse |
| Verdichtung zu Verpackungsteilprozessen | Kalkulation von Produktvarianten |
| Unterscheidung in Imn- und Imi-Verpackungsteilprozesse | Erfassung der Unternehmensressourcen und Differenzierung nach Ressourcenarten |
| Bestimmung der Cost Driver für Imi-Verpackungsteilprozesse | |
| Übernahme der Kosten aus der Kostenstellenrechnung | Kalkulation unterschiedlicher Systemlasten |
| Bestimmung eines Cost Drivers für den Verpackungsprozess | |

4. Entwicklung eines Prozesskostenmodells

Im Rahmen dieser Arbeit wird ein Prozesskostenmodell entwickelt, welches den Anforderungen eines prozessorientierten Controllings manueller Verpackungsprozesse gerecht wird. Hierzu wird zunächst auf der Basis der in Kap. 2 beschriebenen Verpackungsprozesse ein allgemeines Referenzmodell für manuelle Verpackungsarbeitsplätze abgeleitet, das die Rahmenbedingungen und damit den Gültigkeitsbereich für das Prozesskostenmodell angibt. Die Prozesse werden darin detailliert analysiert und deren Verknüpfungen in einer Prozesskette modelliert. In einem nächsten Schritt werden die Prozesszeiten für die in Kap. 2 vorgestellten manuellen Verpackungsteilprozesse für verschiedene Verpackungsvarianten mit Hilfe eines Systems vorbestimmter Zeiten ermittelt. Dann werden die Kostenarten und Ressourcen definiert, die für ein solches Referenzmodell entscheidungsrelevant sind. Da der Ressourcenverbrauch von den Prozesszeiten abhängt, werden die Prozesskettenelemente und die Ressourcen miteinander verknüpft. Auf der Basis der vorherigen Ergebnisse entsteht in einem letzten Schritt mit Hilfe des zu entwickelnden Zuordnungsschemas von Kosten zu Ressourcen bei den einzelnen Verpackungsteilprozessen und den zu konzipierenden Formeln zur Ermittlung der Teilprozesskosten ein Prozesskostenmodell, welches zur Kalkulation der Kosten für unterschiedliche Produkte (vgl. Kap. 1.2) in verschiedenen Verpackungsvarianten eingesetzt werden kann.

4.1 Anwendungsbereich

Aus dem unternehmerischen Blickwinkel heraus betrachtet ist der eigentliche Verpackungsprozess in vor- und nachgelagerte Transport- und Lagerprozesse eingebettet. Im Rahmen des zu entwickelnden Modells ist es aber nicht sinnvoll, eine Gesamtanalyse des kompletten Prozesses - beginnend beim Wareneingang von Pack- und Packhilfsmitteln bis zur Lagerwirtschaft - vorzunehmen, da das Ziel, den Verpackungsprozess als solchen zu optimieren, hierdurch nicht erreicht werden kann. Aus diesem Grund werden im Rahmen des zu konzipierenden Prozesskostenmodells nur die Tätigkeiten eines manuellen Referenzverpackungsarbeits-

systems im Detail betrachtet, die erforderlich sind, um ein Packgut und eine Verpackung zu einem Packstück zu vereinigen.

Im Rahmen des zu entwickelnden Prozesskostenmodells werden die Gemeinkosten durch eine differenzierte Betrachtung in der indirekten Kostenstelle „Verpacken“ von der stellenorientierten in eine prozessorientierte Aufteilung überführt. Diese Kosten sind in der Regel für eine Kostenstelle ausgewiesen und betreffen damit sowohl die Verpackungsteilprozesse als auch die Transportprozesse der Pack- und Packhilfsmittel sowie der Packgüter zum Verpackungsarbeitsplatz hin und der Packstücke vom Packplatz in den Versand- oder in den Lagerbereich. Die Gesamtbetrachtung aller Kosten führt zu der Problematik, dass z. B. die Kosten des Abteilungsleiters entsprechend der Verpackungszeiten auf die Verpackungsteilprozesse zugerechnet und folglich die Verpackungskosten auch anteilige Kosten für administrative Prozesse beinhalten würden. Gleiches lässt sich für die Transportprozesse ableiten. Das bedeutete dann zugleich, die Verpackungskosten wären vom Layout des Umfeldes des Verpackungsarbeitsplatzes abhängig. Zur Lösung dieser Problematik wird trotz der für das Optimierungsziel notwendigen Fokussierung auf die Verpackungsteilprozesse auch der Ressourcenverzehr der vor- und nachgelagerten Prozesse berücksichtigt und kostenmäßig bewertet.

Mit der damit erzielten Transparenz können nicht nur die aus dem Verpackungsprozess am Arbeitsplatz resultierenden Kosten zugeordnet sondern auch eine umfassende Kostenträgerrechnung durchgeführt werden.

Die vorgelagerten Prozesse beinhalten grob die Transport- und Positioniervorgänge aller für den Verpackungsvorgang relevanten Materialien zum Verpackungsplatz hin. Dabei werden Pack- und Packhilfsmittel, sowie zu verpackende Produkte, Zusatzteile (Schrauben, Trafos etc.) etc. aus einem oder mehreren Zwischenlager(n) an den Verpackungsarbeitsplatz gebracht. Ebenso wie die nachgelagerten Prozesse, die den Transport der Packstücke auf Ladungsträgern (Paletten, Gitterboxen etc.) oder mittels Stetigförderern vom Verpackungsarbeitsplatz in den Versand- oder Lagerbereich umschreiben, werden sie jedoch nicht an den eigentlichen Verpackungsarbeitsplätzen durchgeführt und hängen von den betrieblichen Gegebenheiten ab

(Entfernung zum Zwischenlager, Transportmittel, Größe der Zwischenlager, Lagerkonzeption etc.) und wurden deshalb nicht in Kap. 2 betrachtet.

Der Ressourcenverzehr der vor- und nachgelagerten Prozesse kann somit nicht wie bei den Verpackungsteilprozessen mit Hilfe des zu entwickelnden Modells mathematisch im Detail abgeleitet werden, sondern stützt sich im konkreten Anwendungsfall auf die Angaben des Unternehmens bzw. wird mittels der REFA-Methode bestimmt.

Der vermeintliche Zielkonflikt, einerseits Fokussierung auf die Verpackungsteilprozesse und andererseits Verrechnung aller Kosten des Bereichs und die damit verbundene Erfassung sämtlicher Prozesse wird somit durch die Ausgestaltung des Prozesskostenmodells beseitigt.

Mit dieser Vorgehensweise können nicht nur alle Gemeinkosten aus der Kostenstellenrechnung übernommen und verrechnet werden, sondern durch den separaten Ausweis in den einzelnen Teilprozessen als leistungsmengeninduzierte und leistungsmengenneutrale Kosten wird sowohl Transparenz der Verpackungskosten erzielt als auch ein betriebswirtschaftlicher Vergleich mit den übrigen Kosten ermöglicht.

Für das Prozesskostenmodell und das Referenzverpackungsarbeitssystem werden folgende Randbedingungen zu Grunde gelegt:

- Werden beim Verpacken Betriebsmittel benutzt, so wird davon ausgegangen, dass diese ausschließlich am betrachteten Verpackungsarbeitsplatz eingesetzt werden.
- Die Bereitstellung der Packgüter sowie der Pack- und Packhilfsmittel in Arbeitsplatznähe erfolgt durch separates Personal der Arbeitsvorbereitung. Dies trifft auch auf die Bereitstellung der Packstücke für den innerbetrieblichen Transport zu.
- Es werden keine kombinierten Verpackungsaufgaben betrachtet (vgl. Kap. 2.3.2).

4.2 Tätigkeitsanalyse und Prozesshierarchie

4.2.1 Identifizierung der Prozesse

Auf der Basis der detaillierten Analyse und der systematischen Erfassung der Verpackungsteilprozesse der unterschiedlichen Verpackungsarbeitsplätze in Kap. 2 können Standardprozesse und -tätigkeiten (vgl. Tab 4.1) ermittelt und daraus abgeleitet nachfolgend Referenzabläufe definiert werden. Diese Abläufe werden in einem Referenzmodell zusammengefasst, welches unterschiedliche Tätigkeiten in eine übergeordnete Prozessstruktur einbindet.

Die abgeleiteten standardisierten Prozesse und Tätigkeiten für die manuellen Verpackungsteilprozesse bilden die Voraussetzung für den Einsatz des Prozesskostenmodells im Verpackungsbereich. Dies führt zu der erforderlichen hohen Repetitivität. Unterschiede bei den Verpackungsprozessen können somit ausschließlich durch den Einsatz festgelegter Parameter insbesondere durch die Verwendung unterschiedlicher Pack- und Packhilfsmittel auftreten.

Gemäß Koller /Kol85/ sollte ein Gesamtmodell schrittweise in funktionale Teilmodelle zerlegbar sein, um eine möglichst einfache Nutzung für unterschiedliche Verwendungszwecke zu erhalten. Aus diesem Grund wird das Referenzmodell mit Hilfe des Prozessketteninstrumentariums entwickelt.

Prozessketten werden im Allgemeinen genutzt, um Material- und Informationsflüsse in logischer und zeitlicher Reihenfolge darzustellen /Kuh95, S. 37/. Dieses kann je nach Aufgabenstellung auf Unternehmens-, Werks-, Fertigungs- oder auch Arbeitsebene erfolgen /Kuh95, S. 42/. Im Rahmen der Arbeit sind die Grenzen für die zu betrachtenden Arbeitsabläufe durch die Definition des Verpackungssystem gegeben. Prozessketten zeichnen sich dadurch aus, dass jedes Element beliebig weiter in noch feinere Prozesse zergliedert werden kann, die wiederum als Prozesskette dargestellt werden können /Win97, S. 20/. Diese grundlegende Eigenschaft der Selbstähnlichkeit bietet eine ideale Grundlage, das Referenzmodell in Teilmodelle zerlegen zu können.

Das Prozessmodell ist in drei Ebenen unterteilt (vgl. Abb. 4.1), wobei die Tätigkeiten die unterste Ebene darstellen, die in der zweiten Ebene zu Teilprozessen und letztendlich zu dem Hauptprozess „Verpacken“ zusammengefasst werden.

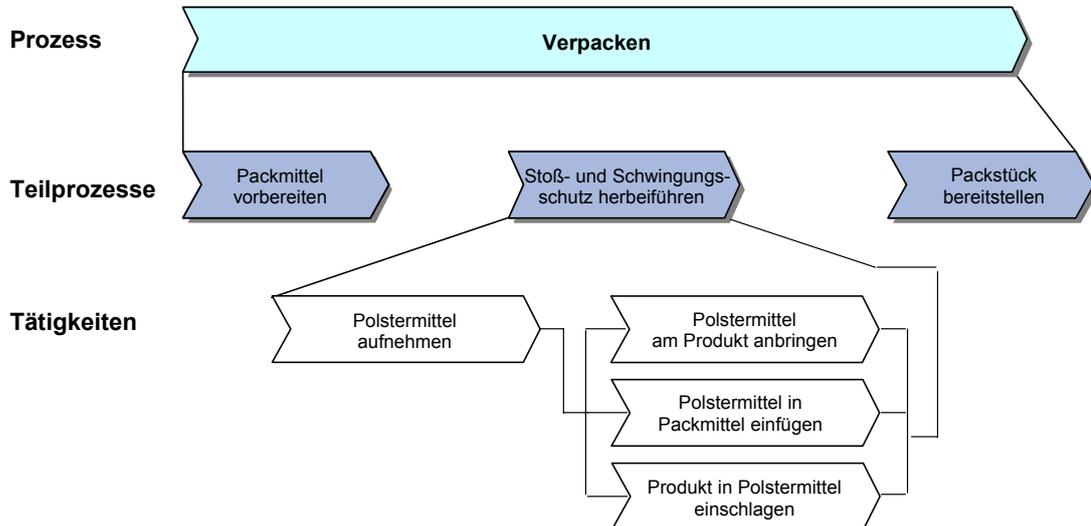


Abb. 4.1: Prozessebenen des Modells mit exemplarischen Verpackungsteilprozessen und Tätigkeiten /eigene Abbildung/

Im Folgenden werden die einzelnen Standardprozesse und -tätigkeiten unter Bezug auf Kapitel 2 näher erläutert.

Packmittel vorbereiten

Der Teilprozess „Packmittel vorbereiten“ umfasst alle Tätigkeiten, die durchgeführt werden müssen, bevor das Produkt und ggf. die Zusatzteile in das Packmittel eingefügt werden können. Dabei lassen sich folgende drei Arten von Tätigkeiten unterscheiden (vgl. Abb. 4.2).

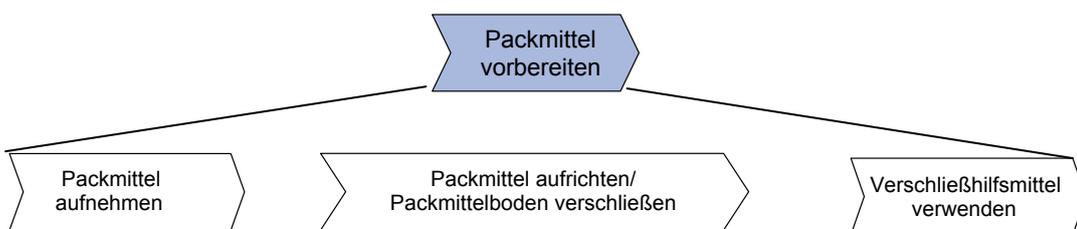


Abb. 4.2: Tätigkeiten des Teilprozesses „Packmittel vorbereiten“ /eigene Abbildung/

Die Tätigkeit „Packmittel aufnehmen“ ist in der Regel erforderlich, da Packmittel aufgrund ihrer Abmessungen häufig nicht direkt am Arbeitsplatz in Hand-Arm-Reichweite bereitgestellt werden können. In diesen Fällen müssen die Packmittel aus einem Puffer in Arbeitsplatznähe an den Arbeitsplatz gebracht werden (vgl. Verpackungsarbeitsplätze MGV 8, Prozess 1; UV 3, Prozess 1; MVK 1, Prozess 1 etc.). Bei dieser Tätigkeit werden die Vorgänge „Bücken und Aufrichten“ sowie das Zurücklegen von einigen Schritten zur Erreichung des Arbeitsplatzpuffers berücksichtigt.

Bei Packmitteln, die nicht direkt befüllt werden können, z. B. Schachtelzuschnitte, sind Tätigkeiten wie „Aufrichten“ und „Öffnen“ erforderlich, die in der Tätigkeit „Packmittel aufrichten/Packmittelboden verschließen“ enthalten sind (vgl. Verpackungsarbeitsplätze ETV 1, Prozess 1; MGV 8, Prozess 1 etc.).

Der Umfang dieser Tätigkeit hängt von dem verwendeten Packmittel ab. Bei Faltschachteln des Typs 0201/0712 sind die Bodenklappen so gestaltet, dass durch einfaches Falten ein fester Boden entsteht (vgl. Verpackungsarbeitsplätze ETV 1, Prozess 1; MGV 8, Prozess 1 etc.). Das Verschließen des Bodens ist in der Tätigkeit „Packmittel aufrichten/Packmittelboden verschließen“ enthalten. Auf den Einsatz von Verschleißhilfsmitteln zur Verklebung des Bodens kann verzichtet werden.

Bei allen anderen Schachteltypen ist es in der Regel zunächst erforderlich, die Bodenklappen zu falten oder einzustecken, da dies nicht automatisch durch das Aufrichten erfolgt. Dieser Vorgang ist in der Tätigkeit „Packmittel aufrichten/ Packmittelboden verschließen“ enthalten. In einem nächsten Schritt wird der Verschluss des Schachtelbodens unter Zuhilfenahme von Verschleißhilfsmitteln (Klebestreifen oder Heftklammern) und ggf. von technischen Hilfs- und Betriebsmitteln (Klebebandabroller, elektrischer Nassklebestreifengeber etc.) gebildet (vgl. Verpackungsarbeitsplätze UV 3, Prozess 1; MVK 1, Prozess 1 etc.), dies entspricht der Tätigkeit „Verschleißhilfsmittel verwenden“.

Der Bewegungsablauf der Tätigkeit „Verschleißhilfsmittel verwenden“ ist bei diesen Schachteltypen für den Boden und den Deckel identisch. Wird z. B. der Boden mit einem Klebestreifen verschlossen, so gilt in der Regel gleiches für den Deckel, gegebenenfalls auftretende Unterschiede können deshalb vernachlässigt werden.

Die Abfolge der „Verschließ Tätigkeiten“ ist neben der Packmittelart auch von der Ausstattung des Verpackungsarbeitsplatzes abhängig. Wird z. B. eine halbautomatische Kartonverschließmaschine eingesetzt, so müssen die Schachtelböden vor dem Einfügen der Produkte und ggf. der Zusatzteile zunächst durch manuelles Falten gebildet werden, anschließend werden die Böden und Deckel gleichzeitig beim Durchlaufen der Maschine mit Klebestreifen verschlossen. In diesem Fall erfolgt die Tätigkeit „Verschließhilfsmittel verwenden“ erst im Teilprozess „Packmittel nachbereiten“.

Stoß- und Schwingungsschutz herbeiführen

Der Teilprozess „Stoß- und Schwingungsschutz herbeiführen“ beinhaltet alle Tätigkeiten, die notwendig sind, um das Packgut gegen mechanische Belastungen wie Stöße oder Schwingungen zu schützen. Der Teilprozess untergliedert sich in nachfolgend dargestellte Tätigkeiten (vgl. Abb. 4.3).

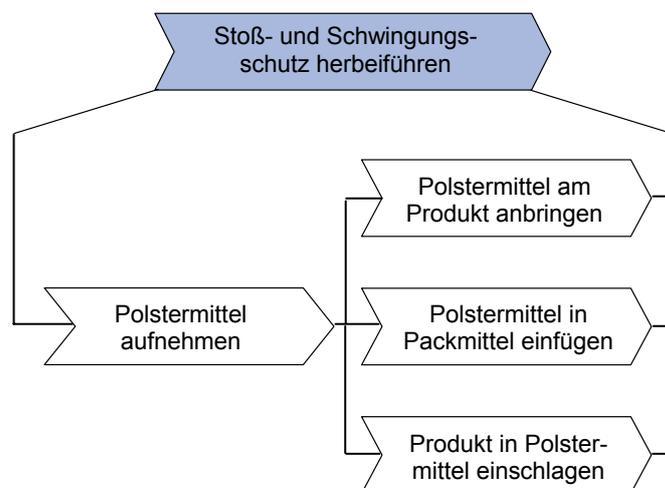


Abb. 4.3: Tätigkeiten des Teilprozesses „Stoß- und Schwingungsschutz herbeiführen“ /eigene Abbildung/

Die Tätigkeit „Polstermittel aufnehmen“ ist dann auszuwählen, wenn sich die Polstermittel aufgrund der Abmessungen nicht innerhalb der Hand-Arm-Reichweite von 80 cm befinden, sondern in einem Arbeitsplatzpuffer und der Mitarbeiter zunächst einige Schritte zurücklegen muss, um die Polstermittel aufzunehmen (vgl. Verpackungsarbeitsplatz MVV 5).

Zum Schutz von Produkten vor Stößen und Schwingungen können Polstermittel auf drei unterschiedliche Weisen eingesetzt werden (vgl. Abb. 4.3). Zum einen existieren Polstermittel, die am Produkt angebracht werden wie im Falle von Formpolstern (vgl. Verpackungsarbeitsplatz „Gerade Linie mit Fördermittel“, Prozess 1), zum anderen diejenigen, die vor und/oder nach dem Produkt in das Packmittel eingebracht werden, z. B. Schüttpolster (vgl. Verpackungsarbeitsplatz MVV 6) oder Papierpolster (vgl. Verpackungsarbeitsplatz MVV 4, Prozess 7). Die dritte Form der Polstermittel stellen diejenigen dar, in die die Packgüter eingeschlagen werden, beispielsweise Luftpolsterfolien (vgl. Kap. 5.2).

Oberflächenschutz herstellen

Um die Oberfläche von Produkten vor Oberflächenkratzern oder Staubpartikeln zu schützen, werden Packgüter mit Schutzhilfsmitteln versehen. Aus diesem Grund werden in Abb. 4.4 die grundsätzlichen Tätigkeiten des Teilprozesses „Oberflächenschutz herstellen“ dargestellt.

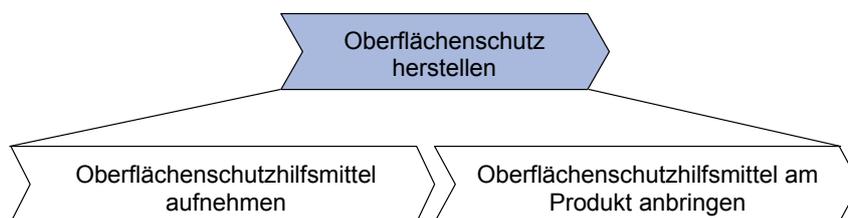


Abb. 4.4: Tätigkeiten des Teilprozesses „Oberflächenschutz herstellen“ /eigene Abbildung/

Die Herstellung eines Oberflächenschutzes kann in die Tätigkeiten „Oberflächenschutzhilfsmittel aufnehmen“ und „Oberflächenschutzhilfsmittel am Produkt anbringen“ unterschieden werden (vgl. Abb. 4.4). Dabei ist die Tätigkeit „Oberflächenschutzhilfsmittel aufnehmen“ dann zu verwenden, wenn der Oberflächenschutz nicht direkt am Arbeitsplatz zur Verfügung gestellt werden kann und sich in einem Arbeitsplatzpuffer befindet. Die Bereitstellung der Oberflächenschutzhilfsmittel in einer Pufferzone erfolgt dann in gleicher Weise wie z. B. bei Polstermitteln (vgl. Arbeitsplatz MVV 5).

Das Anbringen des Oberflächenschutzes kann durch das Einschlagen des Packguts in eine Folie erfolgen. Des Weiteren kann der Oberflächenschutz durch das Einfügen des zu verpackenden Produkts in einen Beutel erzielt werden (vgl. Kap. 5.2). Beide Bewegungsabfolgen werden mit der Tätigkeit „Oberflächenschutzhilfsmittel am Produkt anbringen“ beschrieben.

Feuchtigkeitsschutz herbeiführen

Neben dem Oberflächenschutz ist auch der Feuchtigkeitsschutz der Produkte ein wichtiger Aspekt, der bei der Auswahl der Pack- und Packhilfsmittel nicht vernachlässigt werden darf. Im weiteren Verlauf der Arbeit werden sowohl die Herstellung des Feuchtigkeitsschutzes als auch des Korrosionsschutzes bei metallischen Oberflächen unter dem Begriff „Feuchtigkeitsschutz herstellen“ zusammengefasst.

Die zur Herbeiführung dieses Schutzes notwendigen Tätigkeiten sind in Abb. 4.5 aufgeführt.

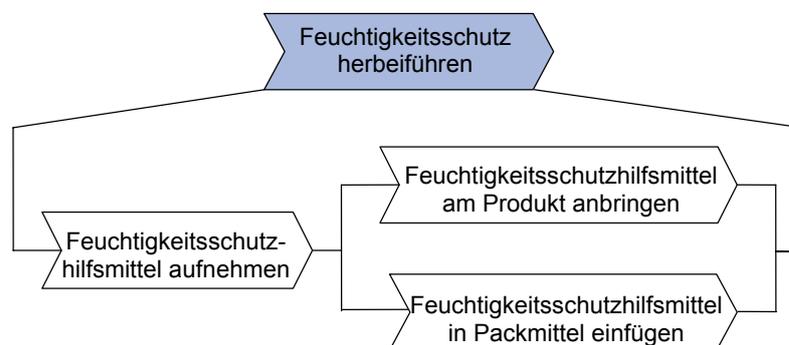


Abb. 4.5: Tätigkeiten des Teilprozesses „Feuchtigkeitsschutz herbeiführen“ /eigene Abbildung/

Die Tätigkeit „Feuchtigkeitsschutzhilfsmittel aufnehmen“ beschreibt analog zu den bisher beschriebenen die Aufnahme der erforderlichen Feuchtigkeitsschutzhilfsmittel, wenn sich diese nicht in Greifnähe befinden (vgl. Anordnung von Polstermitteln beim Verpackungsarbeitsplatz MVV 5).

Eine Möglichkeit den Feuchtigkeitsschutz herbeizuführen, besteht darin, Produkte mit metallischer Oberfläche mit Korrosionsschutzpapier (z. B. VCI-Papier) vor den Folgen von Feuchtigkeit zu schützen. Dabei wird das Produkt in Korrosionsschutzpapier

eingeschlagen, dies wird mit der Tätigkeit „Feuchtigkeitsschutzhilfsmittel am Produkt anbringen“ beschrieben. Alternativ hierzu kann durch die Zugabe von Trockenmitteln verhindert werden, dass eventuell auf dem Transportweg ein Mikroklima mit einer so hohen relativen Luftfeuchtigkeit entsteht, in der Korrosionsprozesse auftreten können oder dass sich kondensierende Feuchtigkeit auf dem Packgut absetzt. Dieser Vorgang wird mit der Tätigkeit „Feuchtigkeitsschutzhilfsmittel in Packmittel einfügen“ beschrieben (vgl. Abb. 4.5).

Schutz vor statischer Aufladung herbeiführen

Ist ein Produkt gegen statische Aufladung zu schützen - dies ist besonders bei elektronischen Bauteilen der Fall - so sind die in Abb. 4.6 aufgeführten Tätigkeiten erforderlich.

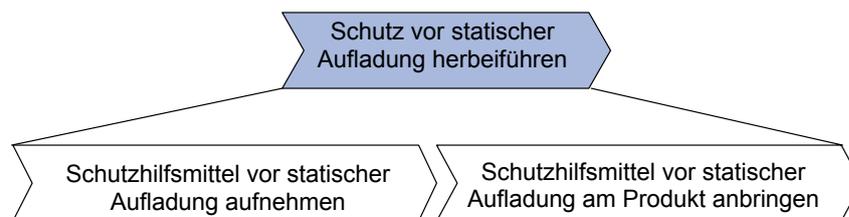


Abb. 4.6: Tätigkeiten des Teilprozesses „Schutz vor statischer Aufladung herbeiführen“ /eigene Abbildung/

Der oben genannte Prozess besteht aus den Tätigkeiten „Aufnahme der Schutzmittel“ und „Anbringen der Schutzmittel am Produkt“.

Generell existieren zwei Verfahren, um einen Schutz vor statischer Aufladung zu erzielen, das Packgut kann zum einen in das Schutzmittel eingeschlagen werden (z. B. in eine beschichtete Luftpolsterfolie) oder zum anderen in das Schutzmittel eingefügt werden. Hierfür kommen antistatische Flachbeutel, elektrisch leitfähige Flachbeutel etc. zum Einsatz. Beide Vorgehensweisen werden mit der Tätigkeit „Schutzmittel vor statischer Aufladung am Produkt anbringen“ zusammengefasst.

Produkt einpacken

Der Teilprozess „Produkt einpacken“ umfasst die Tätigkeiten, die erforderlich sind, um das Produkt am Arbeitsplatz innerhalb eines Verpackungszyklusses aufzunehmen (vgl. Verpackungsarbeitsplätze ETV 1, Prozess 2; MVV 4, Prozess 6) und in das Packmittel einzufügen (vgl. Verpackungsarbeitsplätze ETV 1, Prozess 2; MGV 8, Prozess 3). Die Tätigkeiten des Teilprozesses „Produkt einpacken“ sind in Abb. 4.7 dargestellt.

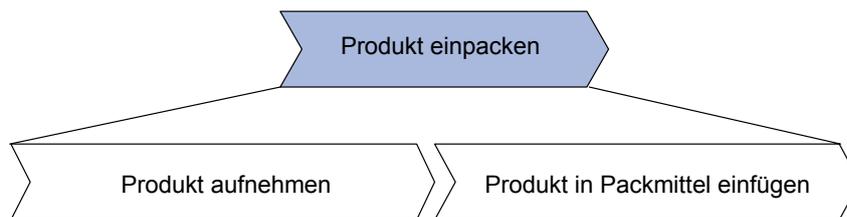


Abb. 4.7: Tätigkeiten des Teilprozesses „Produkt einpacken“ /eigene Abbildung/

Sofern das Produkt mit Polstermitteln oder mit Packhilfsmitteln versehen werden muss, wird die Tätigkeit „Produkt einfügen“ durch die bereits hierzu beschriebenen Tätigkeiten ergänzt. Die eigentliche Tätigkeit des Einfügens ist somit hiervon unabhängig und beschreibt lediglich den Einfügevorgang als solchen. Damit ist es für diesen Teilprozess unerheblich, ob das Produkt zusätzlich Polster-, Pack- oder Schutzmittel benötigt.

Inneneinrichtungen verwenden

Werden mehrere Produkte oder ein Produkt und Zusatzteile in ein Packmittel eingebracht, kann es erforderlich sein, diese räumlich voneinander zu trennen. Dieses wird z. B. mit Hilfe von Inneneinrichtungen erreicht. Nach DIN 55405 werden hierunter Einrichtungen zum Erzielen von Unterteilungen innerhalb des Packmittels (z. B. Stegeinsatz, Zwischeneinlagen etc.) verstanden.

Bei den erforderlichen Tätigkeiten handelt es sich zum einen um das „Aufnehmen“, sofern der Mitarbeiter die Inneneinrichtungen in den Arbeitsbereich bringen muss,

und zum anderen um das „Einbringen der Inneneinrichtungen“ in das Packmittel (vgl. Verpackungsarbeitsplatz MVK 1, Prozess 3).

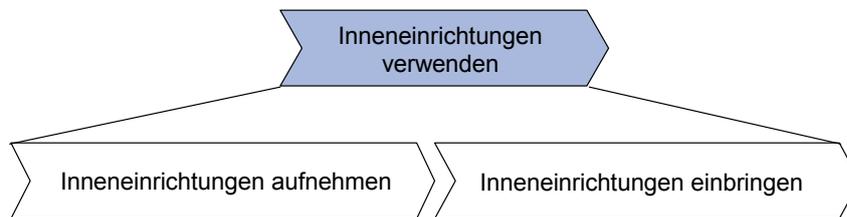


Abb. 4.8: Tätigkeiten des Teilprozesses „Inneneinrichtungen verwenden“ /eigene Abbildung/

Zusatzteile verwenden

Müssen neben dem Produkt weitere zusätzliche Teile verpackt werden, so wird dieses durch den Teilprozess „Zusatzteile verwenden“ beschrieben. Der Teilprozess untergliedert sich in die Tätigkeit „Zusatzteile aufnehmen“ und in die Tätigkeit „Zusatzteile einfügen“ (vgl. Abb. 4.9).

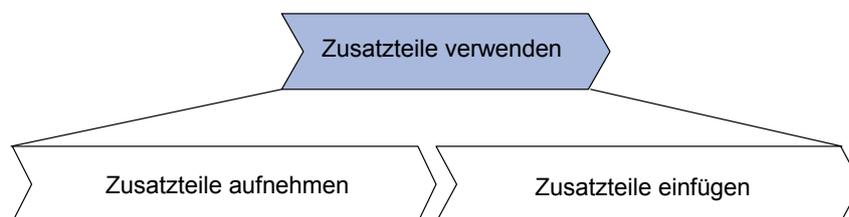


Abb. 4.9: Tätigkeiten des Teilprozesses „Zusatzteile verwenden“ /eigene Abbildung/

Unter Zusatzteilen werden hierbei alle zum Hauptprodukt gehörenden Komponenten verstanden, die in die Packmittel eingefügt werden müssen (vgl. Verpackungsarbeitsplatz MVV 3, Prozess 6). Dazu zählen u. a. Netzkabel für elektronische Produkte, Trafos oder Software-CDs. Des Weiteren wird auch das Hinzufügen von Unterlagen wie Gebrauchsanweisungen, Kontrollzettel o. ä. mit dieser Tätigkeit abgedeckt. Im Referenzmodell werden dabei nur Zusatzteile betrachtet, die bereits verpackt am Packplatz vorliegen und nur noch eingefügt werden müssen.

Packmittel nachbereiten

Die Tätigkeiten, die nach dem Einfügen des Produktes und aller für die Packmittel vorgesehenen Komponenten (Zusatzteile, Polster etc.) erforderlich sind, um die Verpackung transportfähig zu machen, werden im Teilprozess „Packmittel nachbereiten“ zusammengefasst. Hierbei lassen sich zwei Tätigkeiten identifizieren (vgl. Abb. 4.10), „Packmitteldeckel verschließen“ (vgl. Verpackungsarbeitsplätze ETV 1, Prozess 3; MVV 3; Prozess 7) und die „Verschließhilfsmittel verwenden“.

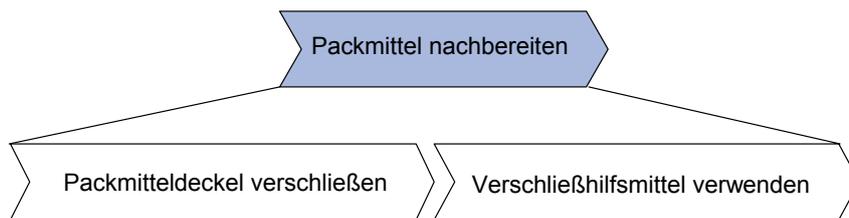


Abb. 4.10: Tätigkeiten des Teilprozesses „Packmittel nachbereiten“ /eigene Abbildung/

Unter der Tätigkeit „Packmitteldeckel verschließen“ wird das Bilden des Verschlusses einer Schachtel durch Einstecken oder Falten verstanden (in Anlehnung an /DIN55405/). Je nach Art des Packmittels kann der Verschluss mit oder ohne die Verwendung eines Verschließhilfsmittels erfolgen (vgl. Ausführungen zu der Tätigkeit „Packmittel vorbereiten“). Kommt ein Verschließhilfsmittel zum Einsatz, so wird dies mit der Tätigkeit „Verschließhilfsmittel verwenden“ beschrieben (vgl. Verpackungsarbeitsplätze MGV 8, Prozess 10; UV 3, Prozess 5).

Kennzeichnen

Neben der „Aufnahme der Kennzeichnungsmittel“ beinhaltet der Teilprozess „Kennzeichnen“ alle Tätigkeiten, die notwendig sind, um die erforderlichen Informationen auf jedes einzelne Packstück aufzubringen (vgl. Abb. 4.11).

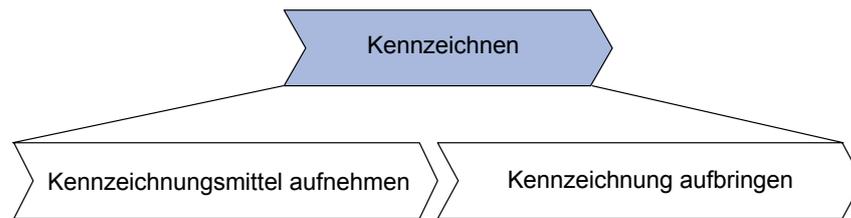


Abb. 4.11: Tätigkeiten des Teilprozesses „Kennzeichnen“ /eigene Abbildung/

Die Tätigkeit „Kennzeichnung aufbringen“ z. B. von Etiketten (vgl. Verpackungsarbeitsplätze ETV 1, Prozess 4; MGV 8, Prozess 8) dient einerseits zur Packgutidentifizierung und andererseits zur inner- und außerbetrieblichen Materialflussteuerung und -verfolgung. Daneben können Kennzeichnungen aber auch Hinweise über die Eigenschaften des Produktes geben, wie z. B. „Achtung zerbrechlich“.

Beim Kennzeichnen können technische Hilfsmittel wie z. B. Hand-Etikettenspender oder elektrische Etikettenabroller zum Einsatz kommen.

Packstück bereitstellen

Das „Bereitstellen des Packstücks“ umfasst zwei Tätigkeiten, zum einen das Aufnehmen eines oder mehrerer Packstücke, welches auch das Ablegen auf einen Bereitstellertisch (vgl. Verpackungsarbeitsplätze ETV 1, Prozess 5; MGV 8, Prozess 11) oder einen Ladungsträger (vgl. Arbeitsplätze MGV 8, Prozess 12; MVK 1, Prozess 6) beinhaltet, zum anderen das Absetzen eines Packstücks. Die erste Tätigkeit kommt dann in Frage, wenn die Packstücke nicht in Hand-Arm-Reichweite abgelegt werden können, sondern hierfür der eigentliche Arbeitsplatz verlassen werden muss. Wird ein Packstück direkt über eine Rollenbahn vom Verpackungsarbeitsplatz in den Versand- oder Lagerbereich befördert, so wird dies mit der Tätigkeit „Packstück absetzen“ beschrieben (vgl. Verpackungsarbeitsplätze MVV 4, Prozess 11; MVV 3, Prozess 10). Diese Tätigkeit berücksichtigt hierbei den speziellen Ablauf insofern, dass die Packstücke nur einzeln und in Hand-Arm-Reichweite auf die Rollenbahn gesetzt werden.

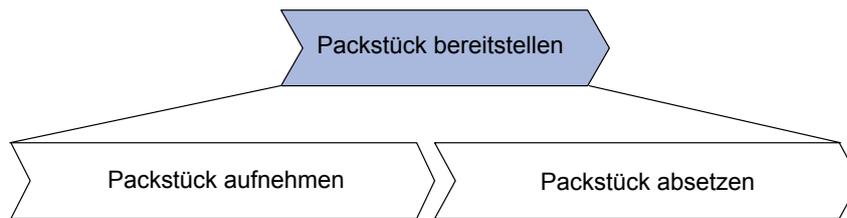


Abb. 4.12: Tätigkeiten des Teilprozesses „Packstück bereitstellen“ /eigene Abbildung/

4.2.2 Ermittlung der Cost Driver

Um das Leistungsvolumen der Kostenstelle vollständig abzubilden, sind alle leistungsbestimmenden Faktoren festzulegen und durch geeignete Maßgrößen (Cost Driver) quantifizierbar zu machen. Als einfachster und bestimmender betriebswirtschaftlicher Kostenfaktor ist die Anzahl der zu verpackenden Produkte anzusehen, die daher als primärer Cost Driver für den gesamten Hauptprozess festgelegt wird. Neben der Prozessmenge ist damit auch die (technische) Prozessleistung festgelegt, die der Verpackungszeit der zu verpackenden Produkte entspricht /Mic04, S. 280 - S. 282/.

Weitere leistungsbestimmende Faktoren, die maßgeblich den Verpackungsaufwand pro Verpackung bestimmen, lassen sich für die Teilprozesse ermitteln. Auch hierzu sind zur Bewertung geeignete Cost Driver (sekundäre Cost Driver) zu definieren, mit denen sich die Teilprozesse mengenmäßig quantifizieren lassen.

4.2.2.1 Einflussgrößen der Prozesskettenelemente

Für die Bestimmung des notwendigen Ressourcenverbrauchs beim Verpacken sind die in Kap. 4.2.1 dargestellten Teilprozesse und Tätigkeiten detailliert zu untersuchen. Dabei ist zu prüfen, ob und in welcher Form die Prozesskettenelemente von äußeren Einflüssen abhängen. Sind Einflussgrößen bestimmt worden, sind für diese geeignete Maßgrößen festzulegen, so dass im Weiteren eine Quantifizierung der Prozesskettenelemente erfolgen kann.

Generell lassen sich folgende Einflussgrößen unterscheiden:

- Anzahl der gleichartigen bzw. artverwandten Tätigkeiten pro Verpackung (Tätigkeitsmenge) und
- die Ausführungszeit einer einzelnen Tätigkeit.

Die Ermittlung der Ausführungszeit der einzelnen Tätigkeiten wird in Kap. 4.5.2 detailliert beschrieben.

Dabei können die erstgenannten Einflussgrößen als Prozessmenge aufgefasst werden, zu denen sich sekundäre Cost Driver definieren lassen. Bei vielen Tätigkeiten bestimmt häufig die Anzahl der eingesetzten Objekte den Aufwand z. B. die Anzahl der beigefügten Beipackzettel, der anzubringenden Kennzeichnungen, der Polstermittel etc. Hier können den Tätigkeiten ebenfalls entsprechende Prozessmengen zugeordnet werden, aus denen sich sekundäre Cost Driver ableiten lassen.

Auch bei den sekundären Cost Drivern kann die Prozessleistung, ebenso wie bei den primären Cost Drivern, über die Durchführungszeit definiert werden, da auch hier Anzahl und Umfang der manuellen Tätigkeiten den für die Ausführung notwendigen Zeitbedarf bestimmen.

Die folgenden Tabellen (vgl. Tab. 4.1 und Tab. 4.2) zeigen für alle Teilprozesse und Tätigkeiten die Tätigkeitsmengen und die nachstehend festgelegten Cost Driver auf.

An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass artverwandte und gleichartige Tätigkeiten in mehreren Teilprozessen auftreten. Hierzu zählt insbesondere die Aufnahme von Materialien, dies wird in den Tabellen mit MAA abgekürzt. Auch für die Teilprozesse „Packmittel vorbereiten“ und „Packmittel nachbereiten“ wurde die gleiche Abkürzung (PM) gewählt, da für das Verschließen eines Schachtelbodens bzw. -deckels in der Regel die gleichen Prozesse durchgeführt werden müssen. In Ausnahmefällen sind die Teilprozesse durch entsprechende Indizes zu separieren. Das gleiche trifft auf die Tätigkeiten „Verschleißhilfsmittel verwenden“ im Rahmen der Teilprozesse „Packmittel vorbereiten“ und „Packmittel nachbereiten“ zu, deshalb haben beide die Abkürzung „PMV“ erhalten.

Tab. 4.1: Verpackungsteilprozesse und Tätigkeiten inklusive ihrer Tätigkeitsmengen /eigene Abbildung/

| Verpackungsteilprozesse (TP) | Tätigkeiten (TA) | Abk. für TA | Tätigkeitsmenge |
|---|--|-------------|--|
| Packmittel vorbereiten | Packmittel aufnehmen | MAA | Anzahl der Aufnahmen |
| | Packmittel aufrichten/Packmittelboden verschließen | PMA | - |
| | Verschleißhilfsmittel verwenden | PMV | Anzahl der verwendeten Verschleißhilfsmittel |
| Stoß- und Schwingungsschutz herbeiführen | Polstermittel aufnehmen | MAA | Anzahl der Aufnahmen |
| | Polstermittel am Produkt anbringen | POA | Anzahl verwendeter Polstermittel |
| | Polstermittel in Packmittel einfügen | POI | - |
| | Produkt in Polstermittel einschlagen | POE | Anzahl zu verpackender Packgüter |
| Oberflächenschutz herstellen | Oberflächenschutzhilfsmittel aufnehmen | MAA | Anzahl der Aufnahmen |
| | Oberflächenschutzhilfsmittel am Produkt anbringen | OBB | Anzahl zu verpackender Packgüter |
| Feuchtigkeitsschutz herbeiführen | Feuchtigkeitsschutzhilfsmittel aufnehmen | MAA | Anzahl der Aufnahmen |
| | Feuchtigkeitsschutzhilfsmittel am Produkt anbringen | FEA | Anzahl zu verpackender Packgüter |
| | Feuchtigkeitsschutzhilfsmittel in Packmittel einfügen | FEB | Anzahl der Feuchte-schutzhilfsmittel |
| Schutz gegen statische Aufladung herbeiführen | Schutzhilfsmittel gegen statische Aufladung aufnehmen | MAA | Anzahl der Aufnahmen |
| | Schutzhilfsmittel gegen statische Aufladung am Produkt anbringen | STB | Anzahl zu verpackender Packgüter |
| Produkt einpacken | Produkt aufnehmen | MAA | Anzahl der Aufnahmen |
| | Produkt in Packmittel einfügen | PRE | Anzahl zu verpackender Packgüter |
| Inneneinrichtungen verwenden | Inneneinrichtungen aufnehmen | MAA | Anzahl der Aufnahmen |
| | Inneneinrichtungen einbringen | IEE | Anzahl der Inneneinrichtungen |
| Zusatzteile verwenden | Zusatzteile aufnehmen | MAA | Anzahl der Aufnahmen |
| | Zusatzteile einfügen | ZUE | Anzahl zu verpackender Zusatzteile |
| Packmittel nachbereiten | Packmitteldeckel verschließen | PMA | - |
| | Verschleißhilfsmittel verwenden | PMV | Anzahl verwendeter Verschleißhilfsmittel |
| Kennzeichnen | Kennzeichnungsmittel aufnehmen | MAA | Anzahl der Aufnahmen |
| | Kennzeichnung aufbringen | KEA | Anzahl der verwendeten Kennzeichnungen |
| Packstück bereitstellen | Packstück aufnehmen | MAA | Anzahl der Aufnahmen |
| | Packstück absetzen | MAA | Anzahl der Absatzvorgänge |

Tab. 4.2: Teilprozesse des Verpackungsprozesses mit den sekundären Cost Drivern /eigene Abbildung/

| Verpackungsteilprozesse (TP) | gewählter sek. Cost Driver (CO) | Ab. für CO |
|---|---|-----------------|
| Packmittel vorbereiten | Verschleißhilfsmittelanzahl | n_{PM} |
| Stoß- und Schwingungsschutz herbeiführen | Produkt-/Polstermittelanzahl | n_{PR}/n_{PO} |
| Oberflächenschutz herstellen | Produktanzahl | n_{PR} |
| Feuchtigkeitsschutz herbeiführen | Produkt-/Feuchteschutzhilfsmittelanzahl | n_{PR}/n_{PE} |
| Schutz gegen statische Aufladung herbeiführen | Produktanzahl | n_{PR} |
| Produkt einpacken | Produktanzahl | n_{PR} |
| Inneneinrichtungen verwenden | Anzahl Inneneinrichtungen | n_{IE} |
| Zusatzteile verwenden | Anzahl Zusatzteile | n_{ZU} |
| Packmittel nachbereiten | Anzahl Verschleißhilfsmittel | n_{PM} |
| Kennzeichnen | Anzahl Kennzeichnungen | n_{KE} |
| Packstück bereitstellen | Anzahl der Packstücke pro Vorgang | n_{LA} |

Die Zusammenfassung der Tätigkeiten zu Teilprozessen in einer dem Prozessablauf entsprechenden Reihenfolge bewirkt, dass die bislang gefundenen Größen für die sekundären Cost Driver sich jedoch nicht immer auf den gesamten Teilprozess beziehen. Der Teilprozess hätte demnach mehrere verschiedene Cost Driver. Dies ist z. B. immer dann der Fall, wenn die Materialien zunächst aufgenommen werden müssen. Darüber hinaus weist der Teilprozess „Stoß- und Schwingungsschutz herbeiführen“ zwei Tätigkeiten auf, für die sekundäre Cost Driver definiert werden können, „Polstermittel am Produkt anbringen“ und „Produkt in Polstermittel einschlagen“. Dagegen ist die Zuordnung beim Teilprozess „Zusatzteile einfügen“ oder auch beim „Kennzeichnen“ unproblematisch.

Da sich einige Teilprozesse aus mehreren Tätigkeiten zusammensetzen, die sich hinsichtlich ihrer Cost Driver unterscheiden, ist die funktionale Relation des Auf-

wands innerhalb des Teilprozesses nicht linear zum Cost Driver, lediglich zu der entsprechenden Tätigkeit im Teilprozess ist diese Linearität gegeben.

Eine Separierung der entsprechenden Tätigkeiten würde zwar die Problematik lösen, hätte jedoch zur Folge, dass jeweils ein zusätzlicher Teilprozess entstünde, der zum einen die Übersichtlichkeit beeinträchtigt und zum anderen den bis dahin in sich komplexen Teilprozess aufspaltet. Daher ist es hier vorteilhafter, auf die in der Regel geforderte lineare Abhängigkeit zu verzichten. Auch wenn dieser einfache funktionale Zusammenhang dann fehlt, bleibt mit der Formulierung des sekundären Cost Drivers hier die prinzipielle Abhängigkeit weiterhin ausgedrückt.

Im Falle der Aufnahmeprozesse zeigt sich, dass sich der sekundäre Cost Driver überraschenderweise nicht nur verstärkend, sondern im Gegenteil sogar reduzierend in Bezug auf den zeitlichen Aufwand pro Packstück auswirkt. Folgendes Beispiel verdeutlicht diese Abhängigkeit; werden statt eines Objekts z. B. zwei aufgenommen, so sinkt die Anzahl der notwendigen Aufnahmeprozesse proportional auf die Hälfte. Bei der Auswahl der sekundären Cost Driver in Tab. 4.2 wird dieser im Verhältnis zum primären Cost Driver gegenläufigen Wirkung Rechnung getragen. Können für Teilprozesse verschiedene sekundäre Cost Driver definiert werden, so gelten die nachfolgend erläuterten Auswahlkriterien.

Bei mehreren sekundären Cost Drivern wird generell dem multiplikativ-verstärkend wirkenden Faktor der Vorrang gegeben. Daher ist z. B. bei allen Teilprozessen, bei denen eine Materialaufnahme erfolgt, nicht die entsprechende Tätigkeitsmenge „Anzahl der Aufnahmen“ (n_{LA}) als sekundärer Cost Driver angegeben, da diese den Aufwand reduziert.

Der gewählte sekundäre Cost Driver muss, wenn der jeweilige Teilprozess Bestandteil des Verpackungsprozesses ist, prozessrelevant sein. Dies bedeutet für die zwei Teilprozesse „Stoß- und Schwingungsschutz herbeiführen“ und „Feuchtigkeitsschutz herbeiführen“ und die dort anzutreffenden zwei Prozessmengen „Produktanzahl“ und „Polstermittelanzahl“ bzw. „Feuchteschutzhilfsmittelanzahl“, die in der Realität nur alternativ auftreten, dass hier abhängig vom speziell betrachteten Fall der entsprechende Cost Driver zu wählen ist.

4.2.2.2 Prozesse und Ressourcenverbrauch

Bei der prozessorientierten Sichtweise wird das in Abb. 4.13 dargestellte Zuordnungsschema angewendet, hierbei werden definierten Prozessen entsprechende Ressourcen zugeordnet. Diese können dann in einem weiteren Schritt (vgl. Kap. 4.4) monetär bewertet werden (in Anlehnung an /Kuh96, S. 131 - 133/).

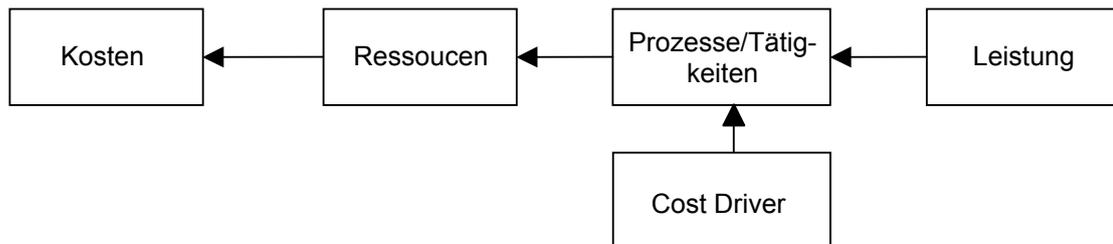


Abb. 4.13: Zuordnungsschema von der Leistung über Prozesse und Ressourcen bis hin zu den Kosten /eigene Abbildung/

Durch die Analyse und Festlegung der Prozesse im vorherigen Kapitel können die verwendeten Ressourcenarten leicht identifiziert werden. Für die Durchführung der Prozesse sind nachfolgend aufgeführte, unterschiedliche Ressourcenarten /Kuh95/, deren Inanspruchnahme mit Kosten verbunden ist, erforderlich:

- Personal,
- Fläche / Gebäude,
- Betriebsmittel und
- Material.

In dieser ressourcenorientierten Sichtweise sollten alle Ressourcen des Unternehmens, die einem spezifischen Hauptprozess zugeordnet werden können, erfasst werden, um eine ganzheitliche Betrachtung zu ermöglichen. Die einzelnen Teilprozesse, die zu einem Hauptprozess gehören, beanspruchen, bedingt durch die Vielzahl an Tätigkeiten jeweils verschiedene Ressourcen in unterschiedlicher Höhe. Um eine differenzierte Sichtweise über die Prozesse zu erhalten, ist damit der Ressourcenverbrauch im Teilprozess separat entsprechend der einzelnen Ressourcenarten zu bestimmen. Hierzu ist es erforderlich, die im vorherigen Kapitel bestimmten Cost Driver in Relation zu den Ressourcen zu setzen.

Das Ziel, dabei eine verursachungsgerechte Ressourcenallokation bis in die Teilprozesse hinein durchzuführen, kann jedoch nicht vollständig erreicht werden. Insbesondere bei Ressourcen, die nicht oder nur zu Teilen den Prozessen zugeordnet werden können oder auch von mehreren Prozessen in Anspruch genommen werden, zeigt sich diese Zuordnungsproblematik.

Der Materialverbrauch kann über die einzelnen Produkte und deren Stücklisten entsprechenden Verpackungsteilprozessen zugeordnet werden. Auch die Kosten des Einsatzes verschiedener Betriebsmittel können auf die betroffenen Teilprozesse verrechnet werden. So können beispielsweise die Abschreibungen und kalkulatorischen Zinsen, die die Kartonverschleißmaschine betreffen, verursachungsgerecht auf die Tätigkeit „Packmittel aufrichten“ verteilt werden.

Auch der Personaleinsatz lässt sich gut prozessspezifisch aufschlüsseln, da die Handhabungszeit für die Durchführung der einzelnen Tätigkeiten bekannt ist oder sich mit Hilfe von Zeitbestimmungsmethoden ermitteln lässt /Mic04, S. 270/. Im Falle des betrachteten Verpackungsprozesses herrschen überwiegend manuelle Tätigkeiten vor, so dass die Tätigkeitszeit des Verpackungspersonals der Durchlaufzeit der Prozesse entspricht.

Nicht für alle Ressourcen ist jeweils eine direkte Zuordnung möglich. So kann die anteilige Nutzung der Fläche bzw. von Gebäuden nicht immer prozessspezifisch verrechnet werden.

Da an einem Verpackungsarbeitsplatz in der Regel mehrere Teilprozesse durchgeführt werden, müsste die dem Arbeitsplatz zugeordnete Fläche auf alle Teilprozesse umgelegt werden. Konkret würde dies z. B. bedeuten, dass eine Verpackungsarbeitsfläche von beispielsweise 3 m² zwischen den Teilprozessen „Produkt einpacken“ und „Zusatzteile einfügen“ flächenmäßig aufgeteilt werden müsste. Aufgrund der bestehenden und auch gewollten Synergieeffekte im Verbrauch der Ressource „Fläche“ ist eine eindeutige Zuteilung auf Teilprozesse sachlogisch hier jedoch kaum möglich und auch unter dem Blickwinkel einer späteren Kostenzuordnung kosten-theoretisch wenig sinnvoll /Mic04, S. 276/. Werden darüber hinaus Teilprozesse sogar produktspezifisch betrachtet, so wird eine Aufschlüsselung weiterhin durch einen gegebenenfalls zu berücksichtigenden großen Produktmix erschwert. Wie im

Fall der Ressource Fläche, zu der keine direkte Zuordnung zu einzelnen Teilprozessen oder Produkten möglich ist, muss für diese nicht direkt zurechenbaren Ressourcen ein Ansatz einer indirekten Verteilungsmethodik gesucht werden, der allerdings eine Zuordnungssystematik beinhaltet, die eine grundsätzliche verursachungsgerechte Verteilung ermöglicht. Dies bedeutet jedoch nicht, dass alle Ressourcen in vollem Umfang verteilungsgerecht zugeordnet werden können, wohl aber, dass dies für die Ressource gilt, auf die der Hauptanteil am Prozess entfällt. Diese Ressource wird im Weiteren Hauptressource genannt. Die Art der Hauptressource hängt maßgeblich mit dem primären Cost Driver zusammen, denn mit der Wahl des Cost Drivers ist neben der Prozessmenge auch die Prozessleistung festgelegt, über die sich wiederum die notwendige Ressourcenart definiert. Erfolgt die Verteilung aller Ressourcen, die nicht direkt den Prozessen zugeordnet werden können, proportional zu der Verteilung der Hauptressource, so wird dabei in Kauf genommen, dass hierdurch bei anderen Ressourcenarten möglicherweise nicht verursachungsgerechte Differenzen auftreten können. Diese Differenzen in den nachrangigen Ressourcen stellen unter dem Blickwinkel des Pareto-Prinzips jedoch nicht das Vorgehen grundsätzlich in Frage, da durch die verursachungsgerechte Verteilung der Hauptressource bereits der größte Anteil korrekt verteilt und damit die grundsätzlich richtige Verteilung im Prozess sichergestellt ist.

Bei dem betrachteten Verpackungsprozess bedeutet die Festlegung der Durchlaufzeit als Cost Driver, dass die Hauptressource im Wesentlichen auf die Ressource „Personal“ zurückzuführen ist. Die Begründung hierfür liegt darin, dass die Durchlaufzeit primär von der Ausführungszeit der manuellen Tätigkeiten des Personals bestimmt wird. Bei einer Zuordnung von Kosten zu den Ressourcen muss demnach bei nicht zurechenbaren Ressourcen bzw. Kosten die Verteilung proportional zu den Ausführungszeiten erfolgen, in der sich die Ressource Personal widerspiegelt.

Dieses grundsätzliche Vorgehen zur Verteilung von nicht direkt zuzuordnenden Ressourcen zu Teilprozessen führt allerdings dazu, dass sich die Kostenfunktion proportional zur Prozessmenge verhält und damit mit sinkender Prozessmenge gegen Null strebt. Innerhalb eines Produktmixes führt dies dazu, dass die übrigen Produkte überdurchschnittlich mit Gemeinkosten belastet werden. Diese Belastung steht jedoch im Widerspruch zum eigentlichen Ressourcenverbrauch, da dieser unabhängig

von der jeweiligen Prozessmenge z. B. für die Aufgabe „Abteilung leiten“ konstant bleibt. Aus diesem Grund ist es sinnvoll, die nicht zurechenbaren Ressourcen zunächst über einen Verteilerschlüssel, den im Produktmix vorhandenen Produkten zuzuordnen. Die dann zugeordneten Ressourcen werden im Weiteren über die Teilprozesszeiten auf die Teilprozesse verteilt. Für die Ermittlung eines Verteilerschlüssels müssen in der Regel zusätzliche Kriterien herangezogen werden. Diese können unterschiedlicher Natur sein z. B. produkt-, auftrags- oder vertriebsspezifisch. Um einen universell einsetzbaren Ansatz zu finden, müssen die Kriterien allerdings allgemein gehalten werden. Daher bietet es sich hier an, den Verteilerschlüssel über die Anzahl der Produktvarianten im Produktmix zu definieren.

4.3 Ermittlung der für das Prozesskostenmodell relevanten Kostenarten

4.3.1 Personalkosten

Personalkosten beinhalten Löhne und Gehälter sowie Lohn- und Gehaltsnebenkosten, deren Höhe aus Lohn- und Gehaltsrechnungen entnommen werden kann /Dör02, S. 92/.

4.3.2 Betriebsmittelkosten

Unter den Begriff Betriebsmittel werden leistungsbedingt genutzte Gegenstände des Anlagevermögens wie Gebäude, Maschinen, Fahrzeuge, sonstige Transporteinrichtungen und Einrichtungsgegenstände zusammengefasst /Hei91, S. 1210/. Durch den gebrauch- und zeitablaufbedingten Verschleiß, den Verzehr von Nutzungsmöglichkeiten des in ihnen gebundenen Kapitals sowie Reparatur- und Instandhaltungsarbeiten entstehen Betriebsmittelkosten. Diese setzen sich dementsprechend aus folgenden Kosten zusammen /Hei91, S. 1210 - 1213/:

- den kalkulatorischen Abschreibungen,
- den kalkulatorischen Zinsen
- den Energiekosten,
- den Instandhaltungskosten sowie
- den Betriebsstoffkosten.

In der Kostenrechnung wird der zu berücksichtigende Werteverzehr der Betriebsmittel zur Unterscheidung von den bilanziellen Abschreibungen als kalkulatorische Abschreibung bezeichnet. Bei geplantem, gleichmäßigem Potenzialverzehr wird in der Regel die lineare Abschreibungsmethode gewählt /Steg06, S. 215/. Wird ein Restwert (Restverkaufserlös) eingeplant, so berechnen sich die kalkulatorischen Abschreibungen gemäß Gleichung 4.1 /Seg06, S. 203/.

Gleichung 4.1

$$A = \frac{W - RW_n}{n}$$

- A* = Kalkulatorische Abschreibungen pro Periode
W = Wiederbeschaffungswert
n = Anzahl der Nutzungsperioden
RW_n = Restwert am Ende der Nutzungsdauer

Für Eigenkapital, welches durch den betrieblichen Einsatz anderen Verwendungszwecken nicht mehr zur Verfügung steht, können kalkulatorische Zinsen angesetzt werden (vgl. Gleichung 4.2) /Seg06, S. 226 - 227/.

Gleichung 4.2

$$Z = i \cdot \frac{W - RW_n}{2}$$

- Z* = Kalkulatorische Zinsen pro Periode
i = kalkulatorischer Zinssatz
W = Wiederbeschaffungswert
RW_n = Restwert am Ende der Nutzungsdauer

Die Kosten, die mit der Inbetriebnahme, Ausführung und Aufrechterhaltung der Leistungsbereitschaft einer Maschine verbunden sind, werden als Energiekosten bezeichnet /Lan98, S. 185/ (vgl. Gleichung 4.3). Mittels Eingangsrechnungen wird der Verbrauch erfasst und oftmals zu Einkaufspreisen bewertet.

Gleichung 4.3

$$E = B \cdot K$$

 $E =$ Energiekosten $B =$ Energiebedarf $K =$ Kosten je Einheit

Instandhaltungskosten umfassen Kosten, die mit der Sicherstellung der Funktionsfähigkeit von Betriebsmitteln verbunden sind (vgl. Gleichung 4.4). Sie beinhalten Wartungs- und Reparaturkosten. In der Praxis werden diese Kosten oftmals als Prozentsatz bezogen auf den Wiederbeschaffungswert errechnet oder aufgrund von Rechnungen erfasst /Lan98, S. 185/.

Gleichung 4.4

$$I = W \cdot I_i$$

 $I =$ Instandhaltungskosten $W =$ Wiederbeschaffungswert $I_i =$ Instandhaltungssatz

Kosten für Öle, Fette und Reinigungsmaterial werden unter dem Begriff Betriebsstoffkosten zusammengefasst. Da diese Kosten jedoch einen vergleichsweise geringen Prozentsatz ausmachen, können sie vernachlässigt werden /Lan98, S. 185/.

4.3.3 Raumkosten

Grundsätzlich fallen Raumkosten für die Flächen an, die für die Lagerung, die Produktion, das Verpacken und den Versand genutzt werden.

Im vorliegenden Fall geht es um die Räumlichkeiten, die für die Verpackungsarbeitsplätze benötigt werden sowie die für das Lagern der Packgüter, der Pack- und Packhilfsmittel sowie der Packstücke. Dabei wurde eine Abgrenzung von Lagerflächen nach Nutzungsart oder nach Produktvarianten nicht vorgenommen. Die damit verbundene Komplexität würde hier einer Fokussierung auf die Abläufe am Verpackungsarbeitsplatz entgegenlaufen.

Abhängig davon, ob es sich bei den Räumen um Betriebseigentum oder angemietetes Fremdeigentum handelt, fallen entweder kalkulatorische Abschreibungen und Zinsen für Grundstücke und Gebäude oder Mietkosten an /Lan98, S. 190/, /Seg06, S. 236/.

Da häufig Verpackungsarbeitsplätze und der Zwischenlagerbereich sehr nah beieinander liegen und die Packplätze zum Teil sogar in die Lagerfläche integriert sind, wurde eine qualitative Unterscheidung bezüglich der nutzungsartabhängigen Kosten der Flächen nicht vorgenommen.

4.3.4 Materialkosten

Durch den Verbrauch von Materialien im Rahmen der betrieblichen Leistungserstellung fallen Materialkosten an /Dör02, S. 85/; im vorliegenden Fall umfassen sie Packmittel- und Packhilfsmittelkosten. Hierunter fallen die Kosten für Schachteln, Verpackungspolster, Kantenschutz, Klebeband, Umreifungsband, Etiketten etc. Für die einzelnen Produkte können die jeweiligen erforderlichen Angaben zu den Materialien wie Art, Menge, Preis aus den Stücklisten entnommen werden.

Auf Basis dieser Stücklisten sind die Materialkosten als Fertigungseinzelkosten direkt den einzelnen Produkten zurechenbar und werden somit nicht mit Hilfe der Prozesskostenrechnung, die die Verteilung der Gemeinkosten vornimmt, verrechnet /Bra99, S. 84/. Im Rahmen der konkreten Berechnungen (vgl. Kap. 5) werden die Materialkosten mit den Prozesskostensätzen verglichen. Die hierdurch erzielbare Transparenz ermöglicht es, kostenintensive Prozesse zu identifizieren, bei denen durch den Einsatz alternativer Verpackungen möglicherweise Kosten eingespart werden können.

4.4 Zuordnung von Kosten zu Ressourcen

Für die Zuordnung von Kosten zu Ressourcen können die Kosten der verschiedenen Kostenarten aus der Kostenstelle herangezogen werden. Tabelle 4.3 zeigt die sich dabei ergebende Zuordnung. Zusätzlich zu der generellen Zuordnung wurde in der Tabelle der Kostentyp im Sinne der prozessorientierten Kalkulation angegeben.

Tab. 4.3: Zuordnung der Kostenarten zu Ressourcen /eigene Abbildung/

| Kostenart | Beispiele | Ressource | Imi-Kosten | Imn-Kosten |
|----------------------|--|--------------------------|------------|------------|
| Personalkosten | Akkordlohn | Personal (Arbeiter) | Imi | |
| | Gehalt | Personal (z. B. Meister) | | Imn |
| Raumkosten | Miete, Grundsteuer etc. | Gebäude | | Imn |
| Materialkosten* | Packmittel-, Packhilfsmittelkosten | Material | | |
| Betriebsmittelkosten | Energiekosten | Betriebsmittel | Imi | Imn |
| | Kalkulatorische Abschreibungen und Zinsen etc. | Betriebsmittel | | Imn |

* Materialkosten = Einzelkosten

Bei den leistungsmengeninduzierten Kosten (Imi-Kosten) handelt es sich demnach um Kosten, die durch die Inanspruchnahme von Ressourcen verursacht werden und direkt Prozessen zugeordnet werden können. Kosten, die darüber hinaus aus dem Verbrauch von Ressourcen resultieren und nicht prozessspezifisch aufgeschlüsselt werden können, werden als leistungsmengenneutrale Kosten (Imn-Kosten) bezeichnet. Eine Besonderheit besteht bei den Betriebsmittelkosten. Können diese Kosten direkt Produkten zugeordnet werden, wie z. B. Energiekosten einer Kartonverschleißmaschine, dann gelten sie als leistungsmengeninduziert. Im Falle der Energiekosten einer Rollenbahn oder anderer Maschinen, die im Dauerbetrieb laufen, sind diese Energiekosten jedoch als leistungsmengenneutral anzusetzen.

Mit diesem Ansatz werden alle Kosten, sowohl direkt zurechenbare Kosten als auch indirekt anfallende Kosten des entsprechenden Unternehmensbereichs einbezogen, was eine universelle, ganzheitliche Betrachtung erlaubt. Lediglich die Materialkosten bleiben ausgeklammert, da sie als Einzelkosten separat verrechnet werden /Bra99, S. 84/.

Da nicht alle Ressourcen eindeutig und vollständig aufteilbar sind, ist ein detailliert differenzierter Ressourcenansatz bis in die Teilprozesse hinein nicht möglich, zudem wäre diese Sichtweise zu aufwendig. Daher kann in diesem Fall ebenfalls innerhalb der Prozesskalkulation auf eine weitere Differenzierung hinsichtlich der Ressourcenart verzichtet werden und für die weitere Betrachtung die Summe der Imi-Kosten als auch der Imn-Kosten gebildet werden.

4.5 Ermittlung der Zeiten für die Tätigkeiten

4.5.1 Vorgehensweise

Für die Ermittlung der Zeiten wird als methodischer Ansatz das „System vorbestimmter Zeiten“ angewendet. Hierbei werden die bislang kleinsten Einheiten in der Prozesshierarchie, die Tätigkeiten, nochmals unterteilt in Bewegungselemente. Abb. 4.14 zeigt die verwendete Prozesshierarchie, mit den Haupt- und Teilprozessen, den zugeordneten Cost Drivern, den Tätigkeiten mit deren Einflussgrößen sowie den Bewegungselementen.

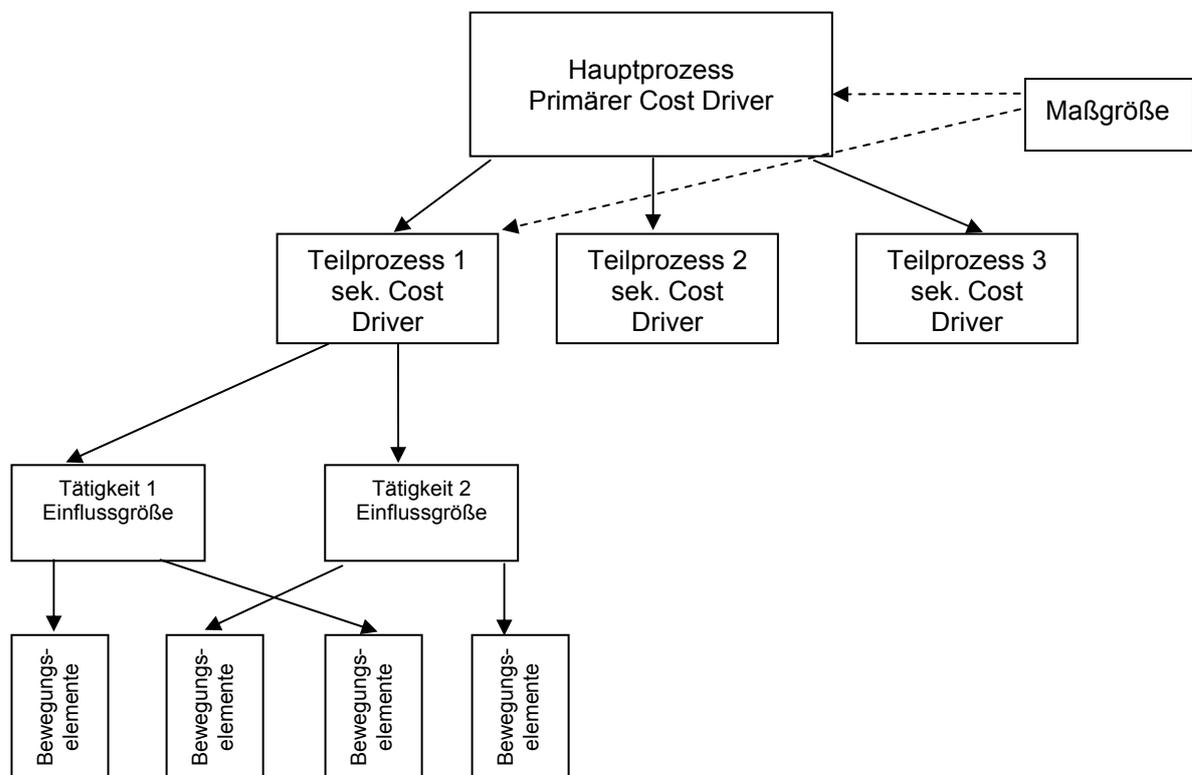


Abb. 4.14: Ansatz zur Ermittlung der Tätigkeitszeiten /eigene Abbildung/

Mit diesem Ansatz wird der Zeitbedarf der einzelnen standardisierten Tätigkeiten nicht wie mit der REFA-Methode real gemessen, sondern aus einer Sequenz bestehender fester Bewegungsabläufe heraus berechnet. Den Bewegungsabläufen selbst sind theoretische, in der Praxis bewährte Standardzeiten zugeordnet. Das Vorgehen „Erfassung durch Messung“ ist zwar in der Regel in der Durchführung weniger zeit-

aufwendig, dafür jedoch für eine allgemeine Beschreibung zu unflexibel, da nur die Zeiten bis maximal zu den Tätigkeiten in einem zwar standardisierten aber fixen Arbeitssystem erfasst werden. Hierdurch wären die Zeiten sehr stark vom analysierten System abhängig und kaum erweiterbar. Bei Anwendung eines Systems vorbestimmter Zeiten können die ermittelten Zeiten der Bewegungselemente zu jeweils immer neuen Tätigkeiten zusammengesetzt werden. Dieser Vorteil macht den Ansatz attraktiv, so dass ihm eindeutig der Vorrang zu geben ist. Die Übereinstimmung von den so ermittelten Werten mit in der Praxis vorzufindenden Zeiten wurde in mehreren Unternehmen beispielhaft überprüft (vgl. Kap. 5.1).

Mit diesem Vorgehen ergeben sich nach dem Prinzip „bottom-up“ die Zeiten der Tätigkeiten aus den Bewegungselementen, die der Teilprozesse wiederum aus den Tätigkeiten, die ihrerseits in Summe den Zeitbedarf für den Gesamtprozess darstellen. Da die Zeitermittlung hierbei für die pro Packstück erforderlichen Tätigkeiten erfolgt, muss an keiner Stelle auf die sonstigen in der Praxis üblichen Erfahrungswerte, die durch Produktmenge und Verpackungszeit charakterisiert sind, zurückgegriffen werden. Durch diese Unabhängigkeit wird der Ansatz flexibel hinsichtlich einer veränderten Produktmenge, Verpackung, etc. Er eignet sich daher besonders gut für die Durchführung von Planungen.

Für die Zeitenberechnung bedeutet der Bezug auf das Verpackungsstück, dass der primäre Cost Driver den Zeitaufwand multiplikativ bestimmt. Etwas problematischer gestaltet sich die Einbeziehung der sekundären Cost Driver in diese Bezugsgrößenwahl. Um den Ansatz vollständig durchführen zu können, ist daher die weitere Behandlung der sekundären Cost Driver zu klären. Hierbei ist zunächst die Frage zu stellen, ob die Kenntnis über die genaue Anzahl z. B. der Holvorgänge notwendig ist. Dies hängt in der Regel von der Art und dem Umfang des Arbeitssystems oder der Verpackungsmethode, wie z. B. beim Stoß- und Schwingungsschutz, ab.

Wie für die Prozesskostenrechnung erforderlich, lässt sich eine lineare Verknüpfung mit dem primären Cost Driver, der Anzahl (N) der Packstücke finden. Als Beispiel sei hier die Anzahl der Aufnahmevorgänge betrachtet. Der damit verbundene Zeitaufwand T_{ges} ergibt sich aus der Anzahl der Aufnahmevorgänge (m_{MA}) und der Gehzeit pro Vorgang (t_A). Die Anzahl der Aufnahmevorgänge ist abhängig von der Losgröße

(n_{LA}), die pro Vorgang bereitgestellt werden kann. Sie berechnet sich aus der Division von (N) durch (n_{LA}) (vgl. Gleichung 4.5).

Gleichung 4.5

$$T = m_{MA} \cdot t_A = \frac{N}{n_{LA}} \cdot t_A$$

mit

- T = Gesamtzeit für die Aufnahmevorgänge
 m_{MA} = Anzahl der Aufnahmevorgänge
 t_A = Zeit pro Aufnahmevorgang
 N = Anzahl der Packstücke, die aufzunehmen sind
 n_{LA} = Anzahl der gleichzeitig aufgenommenen Objekte
 A = Aufnahmevorgang
 LA = Losgröße beim Aufnehmen
 MA = Material

Wird die Gleichung 4.5 umgeformt (vgl. Gleichung 4.6), so ergibt sich der Zeitbedarf eines Aufnahmevorganges bezogen auf ein Packstück. Es handelt sich dabei um den Quotienten $\frac{t_A}{n}$.

Gleichung 4.6

$$T = m_{MA} \cdot t_A = \frac{N}{n_{LA}} \cdot t_A = N \cdot \frac{t_A}{n_{LA}}$$

mit

- T = Gesamtzeit für die Aufnahmevorgänge
 m_{MA} = Anzahl der Aufnahmevorgänge
 t_H = Zeit pro Aufnahmevorgang
 N = Anzahl der Packstücke, die aufzunehmen sind
 n_{LA} = Anzahl der gleichzeitig aufgenommenen Objekte
 A = Aufnahmevorgang
 LA = Losgröße beim Aufnehmen
 MA = Material

Mit der Umformung tritt dann die Anzahl der Packstücke wieder multiplikativ auf, was angestrebt war. Analog können auch die übrigen Größen auf das einzelne Packstück

bezogen werden. Grundsätzlich ergeben sich damit für die Ermittlung der Gesamtzeiten die folgenden zwei Gleichungstypen (vgl. Gleichung 4.7).

Gleichung 4.7

$$T = N \cdot (n \cdot t) \text{ oder } T = N \cdot \left(\frac{t}{n} \right)$$

mit

T = Gesamtzeit für die Tätigkeit einer bestimmten Art

t = Zeit pro Tätigkeit

N = Anzahl der Packstücke

n = Anzahl der Objekte im sekundären Cost Driver

Der primäre Cost Driver N tritt hier also immer als Multiplikator zu dem Zeitaufwand pro Packstück auf.

Der sekundäre Cost Driver (n) kann je nach seiner Beschaffenheit multiplikativ d. h. den Zeitaufwand erhöhend oder aber reduzierend wirken. Dies ist bei allen Aufnahmevorgängen der Fall.

Mit der einheitlichen Formulierung des Zeitbedarfs der sekundären Cost Driver können im Folgenden die Zeiten für die Bewegungselemente bestimmt werden. Um den zeitlichen Aufwand der Verpackungsteilprozesse und damit die manuellen Tätigkeiten zeitlich bestimmen zu können, ist eine differenzierte Betrachtung verschiedener Zeitarten erforderlich (vgl. Abb. 4.15).

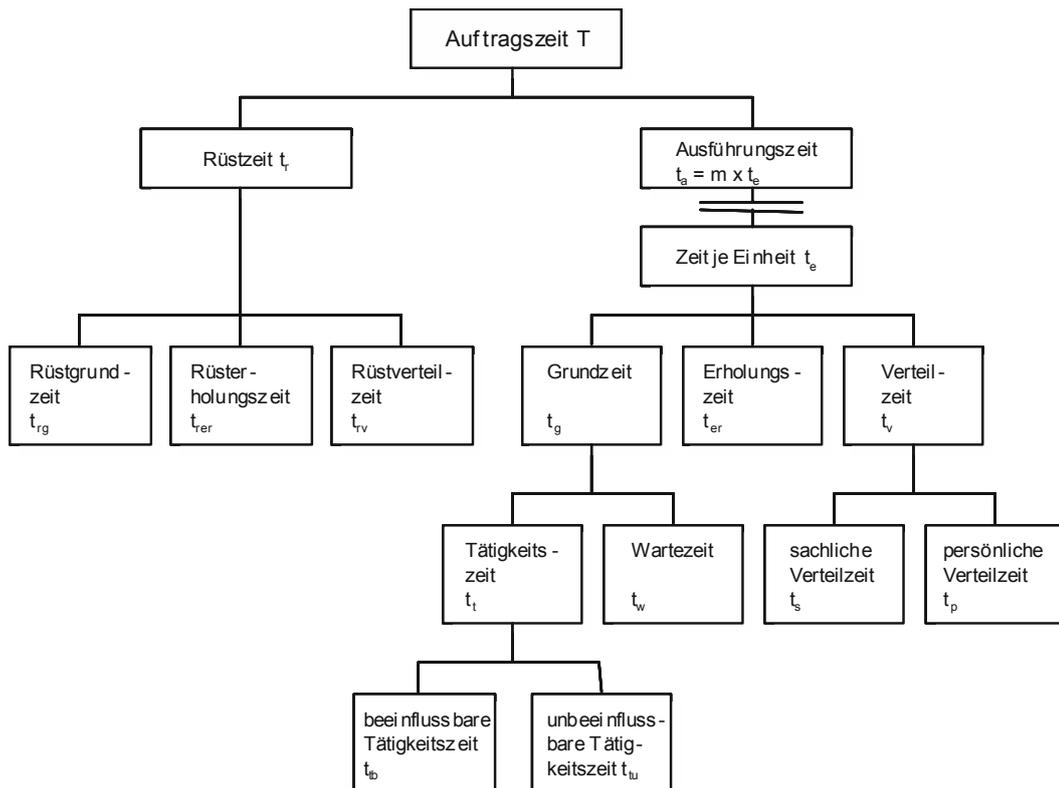


Abb. 4.15: Zeitgliederung für die Auftragszeit /Ref97, S.42/

Die Auftragszeit, im Verpackungsbereich z. B. das Verpacken eines Produktloses, setzt sich zusammen aus der Rüstzeit sowie der Ausführungszeit, die als das Produkt von Zeit je Einheit und Anzahl der Wiederholungen definiert ist.

Die Rüstzeit beinhaltet alle Zeiten, die erforderlich sind, um den Verpackungsarbeitsplatz für die neue Verpackungsaufgabe vorzubereiten. Dazu zählen die maschinellen Rüstzeiten für die eingesetzten Maschinen z. B. eine Kartonverschleißmaschine, aber auch insbesondere bei den hier betrachteten manuellen Verpackungstätigkeiten, die Umrüstung z. B. von Kleinteilmagazinen am Arbeitsplatz bzw. die Bestückung mit neuen Produktkomponenten. Der zeitliche Aufwand dieses Vorgangs ist in der Regel zu vernachlässigen, da er nicht den hier betrachteten Arbeitsplatzbereich betrifft und durch den vorgelagerten Teilprozess abgedeckt wird. Auch maschinelle Rüstzeiten haben eine geringe Bedeutung, da manuelle Verpackungsarbeitsplätze im Fokus dieser Arbeit stehen, so dass der Zeitanteil für maschinelle Umrüstzeiten vernachlässigt werden kann.

Die Ausführungszeit wird weiter in die Grund-, Erholungs- und Verteilzeit differenziert. Die Erholungszeit berücksichtigt, dass aufgrund von Arbeitsbelastungen Ermüdungserscheinungen eintreten und damit der Zeitbedarf steigt. Dies ist immer mit in die Berechnung einzubeziehen, wenn von festen, aufgenommenen Zeiten ausgegangen wird. Bei dem hier gewählten MTM-Verfahren werden jedoch Durchschnittswerte zum Ansatz gebracht, die diese Erholungszeit implizit beinhalten.

Die Verteilzeit, die in sachliche (z. B. auftragsbezogenes Gespräch mit dem Meister) und persönliche Verteilzeit (z. B. Raucherpausen) unterschieden wird, berücksichtigt unregelmäßig auftretende Zeitanteile. Da die Höhe der Zeitanteile stark von den spezifischen Gegebenheiten im Unternehmen abhängt, können keine pauschalen und unternehmensübergreifende Festlegungen im zu entwickelnden Modell getroffen werden. Aus diesem Grund wird die Verteilzeit im Weiteren nicht berücksichtigt, sondern der Fokus auf die Grundzeit gelegt, die den Zeitbedarf der einzelnen Tätigkeiten angibt.

Zur Ermittlung der Grundzeit wird ein System vorbestimmter Zeiten eingesetzt. Systeme vorbestimmter Zeiten (SvZ) sind Verfahren, die dazu dienen, manuelle und einfache geistige Tätigkeiten in Bewegungselemente (z. B. Hinlangen, Greifen) oder mentale Funktionen (z. B. Identifizieren) aufzugliedern und jedem dieser Elemente Normzeitwerte zuzuordnen, die in ihrer Höhe durch die erfassten Einflussgrößen (vor-)bestimmt sind. Einflussgrößen sind z. B. Bewegungslänge, Kraftaufwand oder Platziergenauigkeit /Bok06, S. 508 ff./, /Mes06, S. 150/. Von den im deutschsprachigen Raum bekannten Verfahren ist MTM (**M**ethods **T**ime **M**easurement) das gebräuchlichste SvZ-Verfahren /Bok06, S. 64/.

Mit Hilfe des Verfahrens zur qualitativen Bestimmung des Methodenniveaus nach Becks /Bec93/ und der Analyse von Soll- und Istzeiten wurde aus den vier zur Verfügung stehenden MTM-Verfahren (MTM-Grundverfahren, **S**tandard**d**aten-Verfahren (**SD**), **U**niverselles-**A**nalysier-**S**ystem (**UAS**) und **M**EK-Datensystem (**M**TM in der **E**inzel- und **K**leinserienfertigung) /Mes03, S. 150/ das Standarddaten-Verfahren zur Generierung der Grundzeiten ausgewählt. Die im Folgenden aufgeführten Gesichtspunkte unterstreichen, dass für die Analyse des Verpackungsprozesses das Stan-

darbdaten-Verfahren eingesetzt werden muss (in Anlehnung an /Bok06, S. 512 - 513/).

- Die Auftragsituation im betrachteten Verpackungsbereich kann der Serienfertigung zugeordnet werden.
- Bei dem Verpackungsprozess handelt es sich um einen langzyklischen Arbeitsablauf.
- Die Bewegungselemente „Hinlangen“, „Greifen“, „Bringen“, „Fügen“ und „Loslassen“ können zu Bewegungsfolgen „Aufnehmen“ und „Platzieren“ zusammengefasst werden.

4.5.2 Berechnung der Tätigkeitszeiten

Aufgrund der Vielzahl der möglichen Einflussgrößen auf die Ausführungszeit erscheint es sinnvoll, auch unter dem Aspekt einer späteren Anwendung in der Praxis, nicht alle Einflussgrößen zu berücksichtigen, sondern sich für das weitere Vorgehen nur auf die signifikanten Einflussgrößen zu konzentrieren. Dies jedoch ohne dass dabei der allgemeingültige Charakter verlorenght. Daher wurden die Einflussgrößen mit Hilfe der Varianzanalyse auf statistische Signifikanz hin untersucht. Das allgemeine Vorgehen hierzu ist in der Literatur beschrieben /Kro94/, die speziell verwendeten statistischen Kenngrößen sind in entsprechenden Arbeiten enthalten /Die98/. Bei dem hier verwendeten üblichen Signifikanzniveau von 95 % haben sich folgende Einflussgrößen als entscheidungsrelevant erwiesen /Dze03/:

- Packmittelart und -abmessung,
- Packgutgewicht und -abmessung,
- Verschleißhilfsmittelart,
- Art der technischen Hilfsmittel,
- Polstermittelart,
- Art der Inneneinrichtung,
- Zusatzteilgröße und -art,
- Art des Schutzhilfsmittels (Schutz vor antistatischer Aufladung),

- Art des Oberflächenschutz- und Feuchteschutzhilfsmittels und
- Kennzeichnungsart.

Als Basis für die Zeitermittlung wird die Zeit der Tätigkeit pro Teilprozess je Packstück ermittelt, d. h. die entsprechend abgeleiteten Formeln enthalten den sekundären Cost Driver, wenn pro Teilprozess die Tätigkeit mehrmals durchzuführen ist.

Die Gesamtzeit für einen Teilprozess ergibt sich anschließend aus der Summe der einzelnen Tätigkeitszeiten im Teilprozess.

Für die vor- und nachgelagerten Prozesse können, wie schon in Kap. 4.2.1 erläutert, weder allgemeingültige Abläufe noch Tätigkeitszeiten definiert werden. Als Grundlage für die Ermittlung der Verpackungskosten ist jedoch erforderlich, diese Teilprozesse ebenfalls zu betrachten, deshalb werden im Rahmen der exemplarischen Beispiele mit Hilfe der REFA-Methode Zeiten ermittelt, die für die Verteilung der Kosten herangezogen werden.

Tätigkeit „Materialien aufnehmen“

Die oben genannte Tätigkeit beinhaltet Holvorgänge über kleine Entfernungen (ca. 2 m - 3 m, entsprechend Kap. 2), die am Arbeitsplatz direkt stattfinden und daher vom Verpacker selbst durchgeführt werden. Unter Materialien werden in diesem Zusammenhang Pack- und Packhilfsmittel sowie Packgüter verstanden, so dass im Verpackungsprozess z. B. folgende Tätigkeiten ausgeführt werden müssen „Packmittel aufnehmen“, „Polstermittel aufnehmen“, „Oberflächenschutzhilfsmittel aufnehmen“ etc.

Für die Tätigkeit „Materialien aufnehmen“ ist die Entfernung vom Arbeitsplatz zur Aufnahmefläche der Materialien zeitbestimmend. Ein weiterer Parameter, die Anzahl der Materialien, die gleichzeitig an den Arbeitsplatz gebracht werden, tritt insbesondere dann auf, wenn kleine Materialien in Ladungsträgern und damit in großer Stückzahl an den Arbeitsplatz gebracht werden. Bei großen Materialien erfolgt dagegen die Aufnahme in der Regel pro Stück und Materialsorte.

Im Rahmen der Zeitermittlung wurden zwei Zeitbausteine gebildet, zum einen ein variabler Zeitwert für das „Gehen vom Arbeitsplatz zur Aufnahme­fläche und zurück“ und zum anderen ein fixer Zeitwert für das „Greifen und Ablegen der Materialien“.

Den mit Hilfe des MTM-Verfahrens ermittelten Bewegungselementen der Tätigkeiten werden standardisierte Zeiten zugeordnet.

Die Zeitangabe in der Analyse ist in TMU (TMU = Time Measurement Unit) angegeben, der Zeiteinheit, in der die MTM-Codes hinterlegt sind. Die Umrechnung in normale Zeiteinheiten erfolgt durch einen Umrechnungsfaktor, wobei 1 TMU einer 1/100.000 Stunde entspricht /Bok06, S. 509/.

In Tab. 4.4 ist die MTM-Analyse für die Tätigkeit „Materialien aufnehmen“ dargestellt. Sie enthält den entfernungsabhängigen Zeitwert für diese Tätigkeit mit 43 TMU pro Meter. Zur Berechnung von anderen Entfernungen kann dieser Zeitwert mit der einfachen Strecke vom Arbeitsplatz zur Bereitstellungsfläche multipliziert werden.

Tab. 4.4: MTM-Analyse für die Tätigkeit „Materialien aufnehmen“ (in Anlehnung an /Dze03/)

| Tätigkeit "Materialien aufnehmen" | | | | | |
|--|------------------------------------|-------|---------------------|-----------------|---------------------|
| | | | Gesamtzeit: 127 TMU | 43 TMU | 84 TMU |
| Inhalt: Material aufnehmen inkl. Wegzeit (Entfernung: 1 m) | | | | | |
| Nr. | Beschreibung | Kode | TMU | Gehen (Wegzeit) | Greifen und Ablegen |
| 1 | Körperdrehung vom Arbeitsplatz weg | KVS | 17 | | 17 |
| 2 | Zur Palette gehen | KVS | 21,25 | 21,25 | |
| 3 | 30% Beugen | KVB | 18,3 | | 18,3 |
| 4 | Stapel greifen | AMZ15 | 18 | | 18 |
| 5 | Anheben | PUZ05 | 5 | | 5 |
| 6 | Umdrehen | KVS | 17 | | 17 |
| 7 | Zum Arbeitsplatz gehen | KVS | 21,25 | 21,25 | |
| 8 | Stapel ablegen | PUZ15 | 9 | | 9 |

Der zweite Bewegungsablauf mit der zeitlichen Bewertung des Greifens und Ablegens eines Materials ist ebenfalls in Tab. 4.4 dargestellt. Da dieser Bewegungsablauf häufig mit einer Körperdrehung, einem Bücken, etc. verbunden ist, wurden diese Annahmen mit in der Analyse berücksichtigt.

Die Gesamtzeit für die Tätigkeit ergibt sich als Summe über die beiden Vorgänge des Gehens und Greifens (vgl. Gleichung 4.8).

Gleichung 4.8

$$T_{MAA} = \frac{E_{MA} \cdot T_G + T_A}{n_{LA}}$$

| | | |
|-----------|---|--|
| T_{MAA} | = | MTM-Zeit für die Tätigkeit „Materialien aufnehmen“ pro Materialart |
| E_{MA} | = | Entfernung vom Arbeitsplatz zur Aufnahmefläche des Materials |
| T_G | = | MTM-Zeit für das Bewegungselement „Gehen“ |
| T_A | = | MTM-Zeit für die Bewegungselemente „Greifen und Ablegen“ pro Materialart |
| n_{LA} | = | Anzahl der gleichzeitig aufgenommenen Materialien |
| A | = | Ablegen |
| G | = | Gehen |
| LA | = | Losgröße für das Aufnehmen |

In modifizierter Form kann die oben genannte Formel für die Tätigkeit „Packstück absetzen“ genutzt werden, allerdings entfällt die MTM-Zeit für das Bewegungselement „Gehen“, da der Greifvorgang in Hand-Arm-Reichweite ausgeführt wird. Die Zeiten können der MTM-Zeit-Ermittlung für die Tätigkeit „Packstück aufnehmen“ entnommen werden.

Tätigkeit „Packmittel aufrichten/Packmittelboden verschließen“

Tätigkeit „Packmitteldeckel verschließen“

Für die Tätigkeit „Packmittel aufrichten/Packmittelboden verschließen“ sind als Einflussgrößen für die Zeitermittlung die Packmittelart und die Packmittelabmessung ermittelt worden.

Bei der Festlegung der zu berücksichtigenden Ausprägungen bei Faltschachteln wurde der FEFCO-Katalog als Basis gewählt, wobei Typen mit gleichen oder sehr ähnlichen Bewegungsabläufen zu Klassen zusammengefasst wurden (z. B. die Typen 0201 bis 0206) /Dze03/. Die im Rahmen der Arbeit berücksichtigten Faltschachteltypen sind in Tab. 4.5 dargestellt.

Tab. 4.5: Bei der Zeitermittlung berücksichtigte FEFCO-Typen /Dze03/

| Gruppe | Gruppe | | Gruppe | | | | Gruppe | Gruppe | Gruppe |
|---------|---------------------|---------|--------|-----|-----|-----|-----------------------|---------|-----------------------|
| 02 | 03 | | 04 | | | | 05 | 06 | 07 |
| Typ | Typ | | Typ | | | | Typ | Typ | Typ |
| 201-206 | 300-302; 306 | 322;323 | 400 | 411 | 427 | 470 | 504; 505; 507; 509 | 610;616 | 701; 703; 711; 712 |
| 210-211 | 303-304; 308-309 | 330 | 401 | 412 | 428 | 471 | | 615 | 713 |
| 212 | 307 | 331 | 402 | 413 | 429 | 472 | | | 714 |
| 215-216 | 310 | 331 | 403 | 415 | 437 | 473 | | | 747 |
| 217 | 312 | | 404 | 416 | 442 | | | | 748 |
| 218 | 313 | | 405 | 420 | 443 | | | | 759 |
| 225 | 320 | | 409 | 421 | 444 | | | | 761 |
| 226 | 321 | | 410 | 426 | 445 | | | | |
| | | | | | | | | | |

Für die zweite zeitbestimmende Einflussgröße der Tätigkeit „Packmittel aufrichten/Packmittelboden verschließen“, wurde ebenfalls eine Klassifizierung vorgenommen, um die Vielfalt an Faltschachtelabmessungen abzudecken. Hierfür wurden, wie bereits in Kap. 2 vorgestellt, drei Klassen von Hauptabmessungen gebildet.

Für die drei Hauptabmessungsklassen wurden in Abhängigkeit des Typs jeweils Tätigkeitszeiten ermittelt (vgl. Tab. 4.6) /Dze03/.

Damit kann zur Berechnung der Tätigkeitszeiten für die Tätigkeit „Packmittel aufrichten/Packmittelboden verschließen“ (Gleichung 4.9) formuliert werden.

Gleichung 4.9

$$T_{PMA} = T [\text{Packmittelart, Packmittelabmessung}]$$

T_{PMA} = Gesamt-MTM-Zeit für die Tätigkeit „Packmittel aufrichten/Packmittelboden verschließen“ pro Packstück

Packmittelart = Packmittelarten entsprechend FEFCO Code gem. Abb. 2.2 in Kap. 2.1.1

Packmittelabmessung = Abmessungen des Packmittels gem. Tab. 2.1 in Kap. 2.1.1

Auch für die Tätigkeit „Packmitteldeckel verschließen“ gelten die gleichen Abhängigkeiten, so dass hier analog zu der vorhergehenden Gleichung folgende Beziehung aufgestellt werden kann.

Gleichung 4.10

$$T_{PMD} = T [\text{Packmittelart, Packmittelabmessung}]$$

T_{PMD} = Gesamt-MTM-Zeit für die Tätigkeit „Packmittelboden verschließen“ pro Packstück

Packmittelart = Packmittelarten entsprechend FEFCO Code gem. Abb. 2.2 in Kap. 2.1.1

Packmittelabmessung = Abmessungen des Packmittels gem. Tab. 2.1 in Kap. 2.1.1

Mit Hilfe der Zeitenmatrix in Gleichung 4.9 und Gleichung 4.10 sind für die Schachteln der FEFCO-Typen 0201 bis FEFCO 0226 die in Tab. 4.6 dargestellten Zeitwerte errechnet worden. Dabei wurde für das Aufrichten und das Verschließen eines Schachtelbodens und -deckels ein gemeinsamer Zeitwert ermittelt. Dies ist möglich, da zwar die Tätigkeiten zeitlich getrennt durchgeführt werden, aber sachlogisch zusammen gehören.

Tab. 4.6: Zeitwerte für die Faltschachteln des Typs FEFCO 0201 bis FEFCO 0226 (in Anlehnung an /Dze03/)

| Abmessungen Schachtel- typ | < 300 mm x 200 mm | > 300 mm x 200 mm ≤ 600 mm x 400 mm | > 600 mm x 400 mm |
|----------------------------------|-------------------|--|-------------------|
| 0201 -0206 | 157 TMU | 209 TMU | 307 TMU |
| 0210 – 0211 | 152 TMU | 210 TMU | 291 TMU |
| 0212 | 189 TMU | 225 TMU | 324 TMU |
| 0215 – 0216 | 237 TMU | 286 TMU | 379 TMU |
| 0217 | 233 TMU | 306 TMU | 393 TMU |
| 0218 | 168 TMU | 221 TMU | 291 TMU |
| 0225 | 246 TMU | 306 TMU | 401 TMU |
| 0226 | 142 TMU | 178 TMU | 229 TMU |

Die zu den übrigen Packmittelarten ermittelten Zeitwerte wurden in einem Datenbankprogramm hinterlegt /Dze03/.

Tätigkeit „Verschließhilfsmittel verwenden“

Die Tätigkeit „Verschließhilfsmittel verwenden“ wird zeitlich insbesondere von der Art des Verschließhilfsmittels (Klebeband, Klammern, Umreifungsband etc.) und der Hauptabmessung des Packmittels beeinflusst (vgl. Gleichung 4.11). Bei gleichem Verschließhilfsmittel ist weiterhin die Wahl des technischen Hilfsmittels (Handabroller für Klebebänder, automatischer Nassklebebandspender etc.) von Bedeutung.

Da für Schachtelböden und -deckel in der Regel die gleichen Verschließhilfsmittel eingesetzt werden und somit identische Bewegungsabläufe durchgeführt werden (vgl. Kap. 4.2.1), können für diese Tätigkeiten sowohl im Rahmen des Teilprozesses „Packmittel vorbereiten“ als auch im Rahmen des Teilprozesses „Packmittel nachbereiten“ die gleichen Zeitwerte angesetzt werden.

Entsprechend den angegebenen Bedingungen konnte eine Zeitenmatrix nach Gleichung 4.11 für die Tätigkeit „Verschließhilfsmittel verwenden“ erstellt werden.

Gleichung 4.11

$$T_{PMV} = n_{PM} \cdot T [\text{Verschließhilfsmittelart, techn. Hilfsmittelart, Packmittelabmessung}]$$

| | | |
|----------------------------------|---|---|
| T_{PM} | = | Gesamt-MTM-Zeit für die Tätigkeit „Verschließhilfsmittel verwenden“ pro Packstück |
| <i>Verschließhilfsmittelart</i> | = | Art des Verschließhilfsmittels entspr. Kap. 2.1.1 |
| <i>Technische Hilfsmittelart</i> | = | Art des technischen Hilfsmittels entspr. Kap 2.1.2 |
| <i>Packmittelabmessung</i> | = | Packmittelabmessung gem. Tab. 2.1 in Kap. 2.1.1 |
| n_{PM} | = | Anzahl der Verschließhilfsmittel |

Die Zeitwerte für die Tätigkeit können aus der Zeitenmatrix abgelesen werden. Beispiele für die verschiedenen Zeitwerte sind in den Tabellen 4.7 für das Verschließhilfsmittel „Klebeband“ und in Tab 4.8 für das Verschließhilfsmittel „Klammern“ wiedergegeben.

Tab. 4.7: Ausgewählte Zeitwerte für die Verschleißhilfsmittelart „Klebeband“ für die drei Schachtelklassenkategorien (in Anlehnung an /Dze03/)

| | Schachtelabmessungen | | |
|--|----------------------|--|-------------------|
| | < 300 mm x 200 mm | > 300 mm x 200 mm ≤ 600 mm x 400 mm | > 600 mm x 400 mm |
| Technische Hilfsmittel | | | |
| Kartonverschleißmaschine | 68 TMU | 68 TMU | 68 TMU |
| Nassklebebandspender | 244 TMU | 302 TMU | 468 TMU |
| Halbautomatischer Nassklebebandspender | 276 TMU | 326 TMU | 592 TMU |

Tab. 4.8: Ausgewählte Zeitwerte für die Verschleißhilfsmittelart „Klammern“ für die drei Schachtelklassenkategorien (in Anlehnung an /Dze03/)

| | | Schachtelabmessungen | | |
|----------------------|---------------|----------------------|--|-------------------|
| | | < 300 mm x 200 mm | > 300 mm x 200 mm ≤ 600 mm x 400 mm | > 600 mm x 400 mm |
| Klammeranzahl | | | | |
| Boden | Deckel | | | |
| 0 | 2 | 127 TMU | 206 TMU | 322 TMU |
| 4 | 2 | 145 TMU | 333 TMU | 449 TMU |
| 8 | 4 | 167 TMU | 373 TMU | 496 TMU |

Die Daten aller Zeitwerte zu den jeweiligen Verschleißhilfsmitteln (auch den Umreifungsbändern) wurden in dem Datenbankprogramm hinterlegt /Dze03/.

Tätigkeit „Polstermittel am Produkt anbringen“

Bei symmetrischen Polstermitteln z. B. EPS-Formpolstern, die an den Kanten oder den Ecken der Packgüter angebracht werden, errechnet sich die Gesamt-tätigkeitszeit pro Packmittel aus der Multiplikation der Polsteranzahl n_{PO} (sek. Cost Driver) mit der ermittelten Tätigkeitszeit des einzelnen Polstermittels. Diese hängt wiederum von der Packmittelabmessung und der eingesetzten Polstermittelart ab (vgl. Gleichung 4.12). Handelt es sich um unsymmetrische Polstermittel, so muss für jedes Polstermittel die Handhabungszeit separat ermittelt werden.

Gleichung 4.12

$$T_{POA} = n_{PO} \cdot T [\text{Packmittelabmessung, Polstermittelart}]$$

T_{POA} = Gesamt-MTM-Zeit für das Einfügen der Polstermittel in das Packmittel pro Packstück
 n_{PO} = Anzahl der Polster, die am Produkt angebracht werden (sek. Cost Driver)
 Packmittelabmessung = Abmessungen des Packmittels gem. Tab. 2.1 in Kap. 2.1.1
 Polstermittelart = Art des Polstermittels gem. Kap. 2.1.1

Für drei gängige Polstermittelarten sind in Tab 4.9 beispielhaft entsprechende Zeiten für die drei Schachtelklassenkategorien angegeben.

Tab. 4.9: Zeitwerte für drei ausgewählte Polstermittelarten für die drei Schachtelklassenkategorien (in Anlehnung an /Dze03/)

| | Produktabmessungen | | |
|---------------------------|--------------------|--|-------------------|
| | < 300 mm x 200 mm | > 300 mm x 200 mm ≤ 600 mm x 400 mm | > 600 mm x 400 mm |
| Polstermittelarten | | | |
| Formpolster | 231 TMU | 260 TMU | 413 TMU |
| Schüttpolster | 332 TMU | 435 TMU | 708 TMU |
| Luftpolsterfolie | 371 TMU | 455 TMU | 510 TMU |

Tätigkeit „Polstermittel in Packmittel einfügen“

Für die Tätigkeit „Polstermittel in Packmittel einfügen“ sind die Packmittelabmessung und die Polstermittelart als zeitbestimmende Einflussgrößen ermittelt worden. Die Zeiten für die oben genannte Tätigkeit können mit Hilfe der Gleichung 4.13 ermittelt werden.

Gleichung 4.13

$$T_{POI} = T [\text{Packmittelabmessung, Polstermittelart}]$$

T_{POI} = Gesamt-MTM-Zeit für das Einfügen der Polstermittel in das Packmittel pro Packstück
 Packmittelabmessung = Abmessung des Packmittels gem. Tab. 2.1 in Kap. 2.1.1
 Polstermittelart = Art des Polstermittels z.B. Papierpolster, Schüttpolster gem. Kap. 2.1.1

Für Schüttpolster wurden folgende Zeitwerte berechnet: 332 TMU für kleine, 435 TMU für mittlere und 708 TMU für große Packmittel. Dabei werden für die Packmittel die Größendefinitionen entsprechend Tab. 2.1 in Kap. 2.1.1 verwendet.

Tätigkeit „Produkt in Polstermittel einschlagen“

Als zeitbestimmende Einflussfaktoren wurden für die Tätigkeit „Produkt in Polstermittel einschlagen“ die Polstermittelart und die Packgutabmessung ermittelt. Für die Packgutabmessung wurde eine Klassifizierung vorgenommen, um die ansonsten unüberschaubare Vielfalt begrenzen und dadurch leichter anwenden zu können. Hierzu wurde beim Packgut die gleiche Größeneinteilung benutzt, wie beim Packmittel. Diese Analogie ist sinnvoll, da die Größe des Packguts mit der des Packmittels korreliert.

Für Polstermittel z. B. Luftpolsterfolie, in die jeweils ein Produkt eingeschlagen wird, ergibt sich der zeitliche Aufwand entsprechend der nachfolgenden Formel (vgl. Gleichung 4.14). Die Gesamtzeit pro Packstück ergibt sich durch Multiplikation mit dem Cost Driver, der Produktanzahl n_{PR} .

| | |
|--|---|
| <i>Gleichung 4.14</i> | |
| $T_{POE} = n_{PR} \cdot T [\text{Polstermittelart, Packgutabmessung}]$ | |
| T_{POE} | = Gesamt-MTM-Zeit für das Einschlagen der Produkte in Polstermittel pro Packstück |
| n_{PR} | = Anzahl der Produkte, die in das Polstermittel eingeschlagen werden (sek. Cost Driver) |
| <i>Polstermittelart</i> | = Art des Polstermittels (z.B. Luftpolsterfolie, Polyschaumfolie) gem. Kap. 2.1.1 |
| <i>Packgutabmessung</i> | = Abmessungen des Packguts in Analogie zu den Packmittelabmessungen gem. Tab. 2.1 in Kap. 2.1.1 |

Für Luftpolster/Polyschaumfolie wurde bei kleinen Packgutabmessungen eine Tätigkeitszeit von 370 TMU ermittelt, bei mittleren 455 TMU. Für Wellkraftpapier ergab sich bei kleinen Packgutabmessungen eine Tätigkeitszeit von 120 TMU, bei mittleren 180 TMU. Die Daten für weitere Polstermittel sind in dem bereits angegebenen Datenbankprogramm hinterlegt /Dze03/.

Tätigkeit „Oberflächenschutz am Produkt anbringen“

Wird der Oberflächenschutz durch Einschlagen des Produkts in Folie oder durch Einfügen in Beutel hergestellt (dies beinhaltet auch das Verschließen der Beutel), sind für die Höhe des Zeitbedarfs die Art des Schutzhilfsmittels sowie die Hauptabmessung des Packguts maßgeblich. Entsprechend dieser Abhängigkeit stellt sich die Berechnungsvorschrift dar (vgl. Gleichung 4.15).

Die Gesamtzeit pro Packstück ergibt sich auch hier durch die Multiplikation der Einzelzeit mit dem sekundären Cost Driver (der Anzahl der mit Oberflächenschutzhilfsmitteln zu versehenen Produkte n_{PR}).

Gleichung 4.15

$$T_{OBB} = n_{PR} \cdot T [\text{Oberflächenschutzhilfsmittelart, Packgutabmessung}]$$

T_{OBB} = Gesamt-MTM-Zeit für die Tätigkeit „Oberflächenschutz am Produkt anbringen pro Packstück

Oberflächenschutzhilfsmittelart = Schutzhilfsmittel zum Einwickeln oder Einfügen vgl. Kap. 2.1.1

Packgutabmessung = Abmessungen des Packgutes in Analogie zu den Packmittelabmessungen gem. Tab. 2.1 in Kap. 2.1.1

n_{PR} = Anzahl der mit Oberflächenschutzhilfsmitteln zu versehenen Produkte (sek. Cost Driver)

Für zwei ausgewählte Oberflächenschutzhilfsmittel sind in Tab. 4.10 die Zeitwerte in Abhängigkeit zur Abmessung des Packgutes wiedergegeben.

Tab. 4.10: Zeitwerte für zwei ausgewählte Oberflächenschutzhilfsmittel (in Anlehnung an /Dze03/)

| | Produktabmessungen | | |
|--------------|--------------------|--|-------------------|
| | < 300 mm x 200 mm | > 300 mm x 200 mm ≤ 600 mm x 400 mm | > 600 mm x 400 mm |
| OBB | | | |
| Polybeutel | 109 TMU | 215 TMU | 357 TMU |
| Seidenpapier | 216 TMU | 427 TMU | 400 TMU |

OBB = Oberflächenschutzhilfsmittel

Tätigkeit „Feuchtigkeitsschutz am Produkt anbringen“

Bei der Berechnung der Tätigkeitszeit werden die für die Tätigkeit „Feuchtigkeitsschutz am Produkt anbringen“ relevanten Einflussgrößen, die Art des Schutzhilfsmittels sowie die Hauptabmessungen des Packgutes berücksichtigt. Die Gesamtzeit pro Packstück ist abhängig von der Anzahl der mit Feuchtigkeitsschutzhilfsmitteln zu versehenen Produkte. Sie ergibt sich daher durch die Multiplikation mit dieser Anzahl n_{PR} , die hier als sekundärer Cost Driver fungiert (vgl. Gleichung 4.16).

Gleichung 4.16

$$T_{FEA} = n_{PR} \cdot T [\text{Feuchtigkeitsschutzhilfsmittelart, Packgutabmessungen}]$$

| | | |
|-----------------------------------|---|--|
| T_{FEA} | = | Gesamt-MTM-Zeit für die Tätigkeit „Oberflächenschutz am Produkt anbringen“ pro Packstück |
| n_{PR} | = | Anzahl der mit Feuchtigkeitsschutzhilfsmitteln zu versehenen Produkte (sek. Cost Driver) |
| Feuchtigkeitsschutzhilfsmittelart | = | Arten von Feuchtigkeitsschutzhilfsmitteln z. B. Einwickeln in Ölpapier gem. Kap. 2.1.1 |
| Packgutabmessungen | = | Abmessungen des Packgutes in Analogie zu den Packmittelabmessungen gem. Tab. 2.1 in Kap. 2.1.1 |

Als Zeitwerte können z. B. für Korrosionsschutzpapier 218 TMU für kleine Packgutabmessungen und 351 TMU für mittlere Packgutabmessungen ermittelt werden. Ein zusätzliches Schneiden dieses Papiers ist separat zu berücksichtigen. Diese Werte wurden im Datenbankprogramm hinterlegt /Dze03/.

Tätigkeit „Feuchtigkeitsschutzhilfsmittel in Packmittel einfügen“

Wird das Feuchtigkeitsschutzhilfsmittel mit in die Verpackung gegeben, so hängt der Gesamtzeitbedarf für diese Tätigkeit im Wesentlichen von der Anzahl der eingebrachten Mittel n_{FE} ab, deren Anzahl korreliert zwar mit den Packgutabmessungen, diese sind jedoch nur indirekt über das sich im Packmittel einstellende Klima mitbestimmend. Bei der Berechnung wird weiter davon ausgegangen, dass jedes Mittel separat in das Packmittel eingebracht wird.

Die Einzeltätigkeit selbst hängt von der Art des Feuchtigkeitsschutzhilfsmittels ab. Aus den zuvor beschriebenen Abhängigkeiten lässt sich für die Berechnung der Tätigkeit Gleichung 4.17 ableiten.

| | |
|--|--|
| <i>Gleichung 4.17</i> | |
| $T_{FEB} = n_{FE} \cdot T [\text{Feuchtigkeitsschutzhilfsmittel}]$ | |
| T_{FEB} | = Gesamt-MTM-Zeit für die Tätigkeit „Feuchtigkeitsschutzhilfsmittel in Verpackung bringen“ pro Packstück |
| n_{FE} | = Anzahl der verwendeten Feuchtigkeitsschutzhilfsmittel (sek. Cost Driver) |
| Feuchtigkeitsschutzhilfsmittelart | = Art des Feuchtigkeitsschutzhilfsmittels zum Einfügen in das Packmittel gem. Kap. 2.1.1 |

Als MTM-Zeit kann danach z. B. für das Einfügen eines Trockenmittelbeutels ein Zeitwert von 46 TMU angesetzt werden.

Tätigkeit „Schutzhilfsmittel gegen statische Aufladung am Produkt anbringen“

Ähnlich wie bei der Tätigkeit „Oberflächenschutzhilfsmittel am Produkt anbringen“ sind für die Höhe des Zeitbedarfs bei der oben genannten Tätigkeit die Art des Schutzhilfsmittels sowie die Hauptabmessung des Packguts maßgebend. Entsprechend dieser Abhängigkeit stellt sich die Berechnungsvorschrift dar (vgl. Gleichung 4.18).

Die Gesamtzeit pro Packstück ergibt sich auch hier durch die Multiplikation der Einzelzeit mit dem sekundären Cost Driver, der Anzahl der mit Schutzhilfsmitteln zu versehenen Produkte n_{PR} .

Gleichung 4.18

$$T_{STB} = n_{PR} \cdot T [\text{Schutzhilfsmittelart, Packgutabmessungen}]$$

| | | |
|----------------------|---|---|
| T_{STB} | = | Gesamt-MTM-Zeit für die Tätigkeit „Schutz gegen statische Aufladung herbeiführen“ pro Packstück |
| n_{PR} | = | Anzahl der mit statischen Schutzhilfsmitteln zu versehenen Produkte (sek. Cost Driver) |
| Schutzhilfsmittelart | = | Art des antistatischen Schutzhilfsmittels gem. Kap. 2.1.1 |
| Packgutabmessungen | = | Abmessungen des Packgutes in Analogie zu den Packgutabmessungen gem. Tab. 2.1 in Kap. 2.1.1 |

Für einen Flachbeutel ergibt sich bei einem kleinen Packgut (< 300 mm x 200 mm) z. B. ein Zeitwert von 226 TMU. Weitere Daten wurden in dem bereits erwähnten Datenbankprogramm hinterlegt /Dze03/.

Tätigkeit „Produkt einpacken“

Bei der Tätigkeit „Produkt einpacken“ werden nur die Hauptprodukte betrachtet, alle übrigen Produkte werden unter der Tätigkeit „Zusatzteile einfügen“ behandelt. Für das „Einbringen des Hauptprodukts“ wird die Tätigkeitszeit in Abhängigkeit von der Anzahl der Hauptprodukte je Packstück n_{PR} und dem Gewicht des Packguts ermittelt. Damit ergibt sich Gleichung 4.19.

Gleichung 4.19

$$T_{PRE} = n_{PR} \cdot T [\text{Gewicht}]$$

| | | |
|-----------|---|---|
| T_{PRE} | = | Gesamt-MTM-Zeit für das Einfügen des Produkts in das Packmittel pro Packstück |
| n_{PR} | = | Anzahl der Hauptprodukte, die in das Packmittel eingefügt werden (sek. Cost Driver) |
| Gewicht | = | Gewicht des einzelnen Hauptproduktes (Packgut) |

Bei der Ermittlung des Zeitbedarfs stellte sich heraus, dass bis zu einem Gewicht von 15 kg für das Hauptprodukt mit einem Zeitwert von 41 TMU gerechnet werden kann. Dies ist in den meisten Fällen gegeben. Zeitwerte für das Handling von schwereren Hauptprodukten sind in einem Datenbankprogramm hinterlegt /Dze03/.

Tätigkeit „Inneneinrichtungen einbringen“

Aus der Untersuchung der relevanten Einflussgrößen kann entnommen werden, dass für die Tätigkeit „Inneneinrichtungen einbringen“ nur die Art der eingesetzten Inneneinrichtung entscheidend ist. Daher ergibt sich der zeitliche Aufwand entsprechend der nachfolgenden Formel.

| | | |
|--|---|--|
| | | <i>Gleichung 4.20</i> |
| $T_{IEE} = n_{IE} \cdot T [\text{Art der Inneneinrichtung}]$ | | |
| T_{IEE} | = | Gesamt-MTM-Zeit für das Einbringen der Inneneinrichtung in das Packmittel pro Packstück |
| n_{IE} | = | Anzahl der Inneneinrichtungen, die in das Packmittel eingefügt werden (sek. Cost Driver) |
| Inneneinrichtung | = | Art der Inneneinrichtung gem. Abb. 2.2 in Kap. 2.1.1 (z. B. FEFCO 0908) |

Dabei gibt die Formel die Gesamtzeit für die Tätigkeit pro Packstück an, die sich ergibt, indem die Tätigkeitszeit einer einzelnen Inneneinrichtung mit dem Cost Driver, der Anzahl aller pro Packstück verwendeten Inneneinrichtungen, multipliziert wird. Gerechnet wird z. B. bei Einlagen mit Zeitwerten von 61 TMU, bei Stegen mit 70 TMU. Weitere Werte z. B. für Gefache wurden in einem Datenbankprogramm hinterlegt /Dze03/.

Tätigkeit „Zusatzteile einfügen“

Die Tätigkeitszeit für das „Einfügen von Zusatzteilen“ wird zum einen von der Art der beizulegenden Teile und zum anderen von der Zusatzteilgröße beeinflusst. Bei Zusatzteilen kann es sich generell um Beipackzettel oder aber um Produktkomponenten handeln. Wird nach der Größe differenziert, so werden „kleine Zusatzteile“, wie Schrauben, Dübel etc. (< 100 mm x 100 mm x 100 mm), und „große Zusatzteile“, wie Trafos, Kabel etc. (> 100 mm x 100 mm x 100 mm), unterschieden. Weiterhin wird festgesetzt, dass jedes Teil separat aufgenommen und eingelegt wird.

Die Multiplikation mit der Anzahl der eingefügten Zusatzteile führt zur Gesamt-MTM-Zeit für das Packstück. Gleichung 4.21 beschreibt den mathematischen Zusammenhang.

Gleichung 4.21

$$T_{ZUE} = n_{ZU} \cdot T [\text{Zusatzteilart, Zusatzteilgröße}]$$

T_{ZUE} = Gesamt-MTM-Zeit für die Tätigkeit „Zusatzteile einfügen“ pro Zusatzteilart

n_{ZU} = Anzahl der Zusatzteile, die in das Packmittel eingefügt werden (sek. Cost Driver)

Zusatzteilart = Art der Zusatzteile: Beipackzettel bzw. kleine/große Zusatzteile

Zusatzteilgröße = Abmessung der Zusatzteile bei Produkten

Als Zeitwerte konnten für Zusatzteile die in Tab 4.11 dargestellten Werte ermittelt werden.

Tab. 4.11: Zeitwerte für Zusatzteile (in Anlehnung an /Dze03/)

| Zusatzteile | Zeit |
|---|--------|
| Beipackzettel | 55 TMU |
| Kleine Zusatzteile (< 100 x 100 x 100) mm | 47 TMU |
| Große Zusatzteile (> 100 x 100 x 100) mm | 71 TMU |

Tätigkeit „Kennzeichnung aufbringen“

Für den Zeitbedarf der Tätigkeit sind zwei unterschiedliche Zeitanteile verantwortlich. Dabei handelt es sich zum einen um einen Anteil, der durch das Aufbringen der Kennzeichnungen selbst verursacht wird und zum anderen um einen Anteil, der durch die Anwendung eines technischen Hilfsmittels entsteht.

Als Einflussgrößen wurden für den ersten Teil die Art des Kennzeichnungsmittels (Aufkleber, Beschriftung etc.) und die Art der dabei eingesetzten technischen Hilfsmittel ermittelt. Für den Gesamtaufwand ist dieser mit dem sekundären Cost Driver der Anzahl der Kennzeichnungsmittel zu multiplizieren.

Für den Zeitbedarf des zweiten Teils ist die Losgröße beim Kennzeichnen relevant. Diese beschreibt die Anzahl an Packstücken, die bei Nutzung eines technischen Hilfsmittels ohne Unterbrechung nacheinander gekennzeichnet werden. Hierdurch verringert sich der Aufwand für das Aufnehmen und Ablegen bei der Verwendung von z. B. einer Rolle mit Aufklebern. In der nachstehenden Formel ist dieses durch die Division eines fixen Wertes für das Aufnehmen und das Ablegen (T_{RA}) durch die Losgröße (L_{KE}) beim Kennzeichnen dargestellt. Wird dagegen jeder einzelne Aufkleber vom Klebebandspender entnommen, ist die Losgröße beim Kennzeichnen nicht relevant, da es zu keiner Verkürzung der Weglängen kommt. In diesem Fall ist T_{RA} gleich Null zu setzen. Diese Abhängigkeit ist in Gleichung 4.22 durch die Einflussgröße des technischen Hilfsmittels bei T_{RA} ausgedrückt.

Gleichung 4.22

$$T_{KEA} = n_{KE} \cdot T[\text{Kennzeichnungsmittelart, techn.Hilfsmittelart}] + \frac{T_{RA}[\text{techn.Hilfsmittelart}]}{L_{KE}}$$

T_{KEA} = Gesamt-MTM-Zeit für die Tätigkeit „Kennzeichnung aufbringen“ pro Kennzeichnungsart

n_{KE} = Anzahl der Kennzeichnungsmittel (sek. Cost Driver)

T_{RA} = fixe MTM-Zeit für das Aufnehmen und Ablegen eines techn. Hilfsmittels z.B. Rolle

L_{KE} = Losgröße der mit einem techn. Hilfsmittel unmittelbar nacheinander ausführbaren Kennzeichnungen

Techn. Hilfsmittelart = Art des techn. Hilfsmittels entsprechend Kap 2.1.2

Kennzeichnungsart = Art des Kennzeichnungsmittels gem. Kap. 2.1.1

Tab. 4.12 zeigt eine Auswahl von Zeitwerten für verschiedene Kennzeichnungsarten.

Tab. 4.12: Zeitwerte für ausgewählte Kennzeichnungsmittel (in Anlehnung an Dze03/)

| Kennzeichnungsmittel/-art | Zeit |
|---------------------------------|---------|
| Beschriften | 175 TMU |
| Begleitpapiertasche | 131 TMU |
| Etikett (ohne Etikettenspender) | 115 TMU |
| Etikett (mit Etikettenspender) | 521 TMU |

4.6 Ermittlung der Teilprozesskosten

Bei der Ableitung der Berechnungsformel für die Teilprozesskosten wird von dem allgemeinen Fall ausgegangen, dass die Produktpalette von Unternehmen in der Regel aus einem Produktmix besteht. Dieser Produktmix setzt sich dabei zum einen aus Produkten zusammen, für die die gleichen Pack- und Packhilfsmittel eingesetzt werden und zum anderen aus Packgütern, die unterschiedlich verpackt werden; aus diesem Grund sind die Teilprozesszeiten auch produktabhängig zu bestimmen. Dieser Ansatz vermeidet damit eine spätere pauschale Schlüsselung in einen volumen- und variantenabhängigen Anteil.

Die Gesamtzeit pro Jahr für einen Teilprozess (i) bei dem Produkt (j), definiert als Teilprozessmenge (TPM_{ij}), ergibt sich dann aus der Multiplikation der Teilprozesszeit (TPZ_{ij}) mit der Produktmenge (PM_j) des j-ten Produkts (vgl. Gleichung 4.23).

Gleichung 4.23

$$TPM_{ij} = TPZ_{ij} \cdot PM_j$$

mit

TPM_{ij} = Teilprozessmenge für den i-ten Teilprozess des j-ten Produkts

TPZ_{ij} = Teilprozesszeit für den i-ten Teilprozess des j-ten Produkts

PM_j = Produktmenge des j-ten Produkts

Die gesamte Prozessmenge (GPM) für alle Teilprozesse ergibt sich dann aus der Addition der einzelnen Teilprozessmengen (TPM_{ij}) summiert über die Anzahl der Teilprozesse (n) und die Anzahl der Produkte (N) im Produktmix (vgl. Gleichung 4.24).

Gleichung 4.24

$$GPM = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^N TPM_{ij}$$

$$= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^N TPZ_{ij} \cdot PM_j$$

mit

GPM = Gesamtzeit für alle Teilprozesse*N* = Anzahl der Produkte*n* = Anzahl der Teilprozesse*PM_j* = Produktmenge des *j*-ten Produkts*TPM_{ij}* = Teilprozessmenge für den *i*-ten Teilprozess des *j*-ten Produkts*TPZ_{ij}* = Teilprozesszeit für den *i*-ten Teilprozess des *j*-ten Produkts

Zur Berechnung der Prozesskostensätze werden die anteiligen Kosten der betreffenden Kostenstellen herangezogen. Die Kosten werden dabei in leistungsmengeninduzierte (Imi) und leistungsmengenneutrale (Imn) Kosten unterteilt. Im vorliegenden Fall sind unter leistungsmengeninduzierten Kosten alle Kosten zu verstehen, die entweder proportional zu der Anzahl der Packstücke (primärer Cost Driver) oder den Teilprozesszeiten (TPZ_{ij}) (sekundärer Cost Driver) verteilt werden können. Hierzu zählen die Lohnkosten für die Verpackungsmitarbeiter und die Gerätekosten. Raumkosten, sonstige Kosten und Kosten für die Tätigkeit „Abteilung leiten“ stellen dagegen leistungsmengenneutrale Kosten dar (vgl. Kap. 4.3).

Sind bei der Verteilung der Kosten Zuordnungen zu einzelnen Teilprozessen oder im Produktmix zu einzelnen Produkten möglich, so sind diese zu berücksichtigen. Können beispielsweise bestimmte leistungsmengenneutrale Kosten einem speziellen Teilprozess (i) zugerechnet werden, erfolgt die Verteilung gleichmäßig über die Anzahl der Produkte im Teilprozess (N). Kann keinerlei Zuordnung zu einem bestimmten Teilprozess vorgenommen werden, so wird analog zu den Imi-Kosten als Cost Driver die gesamte Prozessmenge (entspricht der Gesamtzeit für alle Teilprozesse) herangezogen. Für die Gemeinkostenermittlung müssen daher zunächst die direkt zurechenbaren Kosten ermittelt und verrechnet werden. Hierfür sind die prinzipiellen Möglichkeiten einer Zuordnung zu einem Teilprozess und im Falle eines Produktmixes zu einem Produkt zu entwickeln. Die nachfolgende Tabelle zeigt die generellen

Möglichkeiten der Zuordnung bei einem Produktmix mit (j) Produkten und (i) Teilprozessen bei einer beliebigen Produktmenge (PM_j).

Tab. 4.13: *Prinzipielle direkte Zuordnungsmöglichkeiten von Kosten zu Teilprozessen und/oder Produkten /eigene Abbildung/*

| Kostentyp | Mögliche Zuordnungen | Kostenanteil |
|--------------------------------|---|--------------|
| Imi – Kosten (GMK_{mi}) | Keine Zuordnung möglich | GMK'_{mi} |
| | Zuordnung zu einzeltem Teilprozess (i) möglich | GMK_{mii} |
| | Zuordnung zu einzeltem Produkt (j) möglich | GMK_{mij} |
| | Zuordnung zu einzeltem Teilprozess (i) und Produkt (j) möglich | GMK_{mij} |
| Imn – Kosten (GMK_{mn}) | Keine Zuordnung möglich | GMK'_{mn} |
| | Verrechnung auf einen einzelnen Teilprozess (i) möglich | GMK_{mni} |
| | Verrechnung auf ein einzelnes Produkt (j) möglich | GMK_{mnj} |
| | Verrechnung auf einen einzelnen Teilprozess (i) und ein Produkt (j) möglich | GMK_{mij} |

Der mathematische Zusammenhang zwischen den in Tab. 4.13 aufgeführten, möglichen einzelnen Kostenanteilen wird durch die Gleichungen 4.25 und 4.26 explizit noch einmal hergestellt.

Gleichung 4.25

Gleichung 4.26

$$GMK = GMK_{mn} + GMK_{mi}$$

$$GMK_{mn} = \sum_{i=1}^k GMK_{mni} + \sum_{j=1}^l GMK_{mnj} + GMK'_{mn}$$

$$GMK_{mi} = \sum_{i=1}^s GMK_{mii} + \sum_{j=1}^t GMK_{mij} + GMK'_{mi}$$

mit

GMK = Summe aller Gemeinkosten

GMK_{mn} = l mn-Gemeinkosten

GMK_{mi} = l mi-Gemeinkosten

GMK_{mni} = l mn-Gemeinkosten einem i -ten Teilprozess zurechenbar

GMK_{mnj} = l mn-Gemeinkosten einem j -ten Produkt zurechenbar

GMK'_{mn} = nicht zurechenbare l mn-Gemeinkosten

GMK_{mii} = l mi-Gemeinkosten einem i -ten Teilprozess zurechenbar

GMK_{mij} = l mi-Gemeinkosten einem j -ten Produkt zurechenbar

GMK'_{mi} = nicht zurechenbare l mi-Gemeinkosten

GMK_{mnij} = l mn-Gemeinkosten einem i -ten Teilprozess und einem j -ten Produkt zurechenbar

GMK_{mij} = l mi-Gemeinkosten einem i -ten Teilprozess und einem j -ten Produkt zurechenbar

k = Anzahl der Teilprozesse denen l mn-Kosten zugeordnet werden können

l = Anzahl der Produkte, denen l mn-Kosten zugeordnet werden können

s = Anzahl der Teilprozesse, denen l mi-Kosten zugeordnet werden können

t = Anzahl der Produkte, denen l mi-Kosten zugeordnet werden können

Die Prozesskosten (PK_{ij}) sind entsprechend den primären und sekundären Cost Drivern sowohl produkt- (j) als auch teilprozessbezogen (i). Sie berechnen sich als Summe der direkt und indirekt zurechenbaren Kosten aus den in Gleichung 4.25 und Gleichung 4.26 bzw. Tab. 4.13 abgebildeten Kostenanteilen.

Die Ermittlung der einzelnen Anteile erfolgt nach den in Kap. 4.2.2.2 erläuterten Grundsätzen, wonach

- bei den Imi-Kosten generell eine Verteilung über den Anteil der Teilprozesszeit am beteiligten Gesamtprozess vorgenommen wird,
- bei den Imn-Kosten zunächst eine gleichmäßige Verteilung über die Produktvarianten erfolgt und im Anschluss daran, analog zu der Imi-Kostenverteilung, eine Zuordnung entsprechend des Zeitanteils des Teilprozesses am beteiligten Gesamtprozess stattfindet.

Mit den Gleichungen 4.27 bis 4.32 wird die oben beschriebene Vorgehensweise in einen Rechenalgorithmus transferiert. Angegeben ist dabei jeweils der durch den Kostentyp bedingte Anteil an den Prozesskosten PK_{ij} . Die Anteile GMK_{mij} und GMK_{mij} sind dabei nicht mehr zusätzlich aufgeführt, da sie direkt den Prozesskosten PK_{ij} zu-rechenbar sind.

$$PK_{ij}(GMK'_{mi}) = GMK'_{mi} \cdot \frac{TPM_{ij}}{GPM} \quad \text{Gleichung 4.27}$$

$$PK_{ij}(GMK_{mii}) = GMK_{mii} \cdot \frac{TPM_{ij}}{\sum_{j=1}^N TPM_{ij}} \quad \text{Gleichung 4.28}$$

$$PK_{ij}(GMK_{mij}) = GMK_{mij} \cdot \frac{TPM_{ij}}{\sum_{i=1}^n TPM_{ij}} \quad \text{Gleichung 4.29}$$

$$PK_{ij}(GMK'_{mn}) = GMK'_{mn} \cdot \frac{TPM_{ij}}{N \cdot \sum_{i=1}^n TPM_{ij}} \quad \text{Gleichung 4.30}$$

$$PK_{ij}(GMK_{mni}) = GMK_{mni} \cdot \frac{1}{N} \quad \text{Gleichung 4.31}$$

$$PK_{ij}(GMK_{mnj}) = GMK_{mnj} \cdot \frac{TPM_{ij}}{\sum_{i=1}^n TPM_{ij}} \quad \text{Gleichung 4.32}$$

mit

GMK'_{mn} = nicht zurechenbare Imn -Gemeinkosten

GMK'_{mi} = nicht zurechenbare Imi -Gemeinkosten

TPM_{ij} = Teilprozessmenge für den i -ten Teilprozess des j -ten Produkts

GMK_{mni} = Imn -Gemeinkosten einem i -ten Teilprozess zurechenbar

GMK_{mnj} = Imn -Gemeinkosten einem j -ten Produkt zurechenbar

GMK_{mnij} = Imn -Gemeinkosten einem i -ten Teilprozess und j -ten Produkt zurechenbar

GMK_{mij} = Imi -Gemeinkosten einem i -ten Teilprozess und j -ten Produkt zurechenbar

GMK_{mii} = Imi -Gemeinkosten einem i -ten Teilprozess zurechenbar

GMK_{mij} = Imi -Gemeinkosten einem j -ten Produkt zurechenbar

N = Anzahl der Produkte

Ist eine Zuordnung von Imi -Kosten zu mehreren gleichartigen Zuordnungskategorien z. B. verschiedenen Teilprozessen möglich, erfolgt eine Verteilung zwischen den Teilprozessen gemäß der Teilprozesszeiten. Gleichung 4.33 zeigt die Berechnung für den Fall einer Zuordnungsmöglichkeit der Imi -Kosten (GMK_{mii}) zu zwei Teilprozessen (z. B. $i = 1$ und $i = 2$). Die Formel stellt somit eine Erweiterung gegenüber Gleichung 4.28 dar. Angegeben sind die Prozesskosten PK_{1j} , die dem ersten Teilprozess ($i = 1$) zugeordnet werden können. Die Berechnung für den zweiten Teilprozess ($i = 2$) erfolgt analog.

$$PK_{1j}(GMK_{mii}) = GMK_{mii} \cdot \frac{TPM_{1j}}{\sum_{j=1}^N (TPM_{1j} + TPM_{2j})} \quad \text{Gleichung 4.33}$$

Die Gesamtkosten ergeben sich dann aus der Addition der einzelnen Prozesskostenanteile (Gleichung 4.34).

Gleichung 4.34

$$PK_{ij} = \frac{GMK'_{mi}}{GPM} \cdot TPM_{ij} + \frac{GMK'_{mn}}{N \cdot \sum_{i=1}^n TPM_{ij}} \cdot TPM_{ij} + \frac{GMK_{mnj}}{\sum_{i=1}^n TPM_{ij}} \cdot TPM_{ij} + \frac{GMK_{mii}}{\sum_{j=1}^N TPM_{ij}} \cdot TPM_{ij} +$$

$$\frac{GMK_{mni}}{N} + \frac{GMK_{mij}}{\sum_{i=1}^n TPM_{ij}} \cdot TPM_{ij} + GMK_{mij} + GMK_{mij}$$

mit

PK_{ij} = Prozesskosten des i -ten Teilprozesses des j -ten Produkts

GMK'_{mn} = nicht zurechenbare Imn -Gemeinkosten

GMK'_{mi} = nicht zurechenbare Imi -Gemeinkosten

GPM = Gesamtzeit für alle Teilprozesse

TPM_{ij} = Teilprozessmenge für den i -ten Teilprozess des j -ten Produkts

GMK_{mni} = Imn -Gemeinkosten einem i -ten Teilprozess zurechenbar

GMK_{mnj} = Imn -Gemeinkosten einem j -ten Produkt zurechenbar

GMK_{mii} = Imi -Gemeinkosten einem i -ten Teilprozess zurechenbar

GMK_{mij} = Imi -Gemeinkosten einem j -ten Produkt zurechenbar

GMK_{mnij} = Imn -Gemeinkosten einem i -ten Teilprozess und j -ten Produkt zurechenbar

GMK_{mij} = Imi -Gemeinkosten einem i -ten Teilprozess und j -ten Produkt zurechenbar

n = Anzahl aller Teilprozesse

N = Anzahl der Produkte

Die Prozesskostensätze (PKS) pro Produkt und Teilprozess berechnen sich dann als der Quotient aus Prozesskosten und Produktmenge (vgl. Gleichung 4.35). Die Stückkosten (SK) pro Produkt errechnen sich aus der Summe der Prozesskosten des jeweiligen Produkts dividiert durch die Produktmenge (vgl. Gleichung 4.36).

$$PKS_{ij} = \frac{PK_{ij}}{PM_j} \quad \text{Gleichung 4.35}$$

$$SK_j = \frac{\sum_{i=1}^n PK_{ij}}{PM_j} \quad \text{Gleichung 4.36}$$

mit

PKS_{ij} = Prozesskostensatz des i -Teilprozesses des j -ten Produkts

PK_{ij} = Prozesskosten des i -ten Teilprozesses des j -ten Produkts

PM_j = Produktmenge des j -ten Produkts

SK_j = Stückkosten des j -ten Produkts

Der komplexe, allgemeine Ansatz zur Berechnung der Prozesskosten (vgl. Gleichung 4.34) lässt sich auf eine einfache Formelstruktur zurückführen, wenn bei der Berechnung von folgenden vereinfachenden Annahmen ausgegangen wird:

1. Es wird nur ein einzelnes Produkt betrachtet, d. h. $N = 1$, so dass folgende Gleichungen gelten:

$$TPZ_{ij} = TPZ_i \quad \text{Gleichung 4.37}$$

$$PM_j = PM \quad \text{Gleichung 4.38}$$

$$GPM = \sum_{i=1}^n TPM_i = PM \cdot \sum_{i=1}^n TPZ_i \quad \text{Gleichung 4.39}$$

mit

TPZ_{ij} = Teilprozesszeit des i -ten Teilprozesses des j -ten Produkts

TPZ_i = Teilprozesszeit des i -ten Teilprozesses

PM_j = Produktmenge des j -ten Produkts

PM = Produktmenge

GPM = Gesamtzeit für alle Teilprozesse

2. Die Gemeinkosten können keinen Prozessen oder Produkten zugeordnet werden. Damit vereinfacht sich Gleichung 4.34 zu:

Gleichung 4.40

$$PK_{ij} = \frac{GMK'_{mi}}{GPM} \cdot TPM_{ij} + \frac{GMK'_{mn}}{N \cdot \sum_{i=1}^n TPM_{ij}} \cdot TPM_{ij}$$

weiterhin folgt für diesen speziellen Fall mit $GMK'_{mi} = GMK_{mi}$ und $GMK'_{mn} = GMK_{mn}$ und obiger Annahme $N = 1$

Gleichung 4.41

$$PK_i = \frac{GMK_{mi}}{\sum_{i=1}^n TPM_i} \cdot TPM_i + \frac{GMK_{mn}}{\sum_{i=1}^n TPM_i} \cdot TPM_i$$

mit

GMK'_{mn} = nicht zurechenbare lmn -Gemeinkosten

GMK'_{mi} = nicht zurechenbare lmi -Gemeinkosten

GMK_{mn} = lmn -Gemeinkosten

GMK_{mi} = lmi -Gemeinkosten

TPM_{ij} = Teilprozessmenge des i -ten Teilprozesses und j -ten Produkts

GPM = Gesamtzeit für alle Teilprozesse

Unter Zusammenfassung der lmi (GMK_{mi}) und lmn (GMK_{mn}) Kosten in Gleichung 4.41 reduziert sich die Berechnungsformel auf die in Gleichung 4.42 angegebene Form:

$$PK_i = \frac{GMK}{\sum_{i=1}^n TPM_i} \cdot TPM_i \quad \text{Gleichung 4.42}$$

sowie unter Nutzung Gl. 4.24 und Gl. 4.39

$$PK_i = \frac{GMK}{PM \cdot \sum_{i=1}^n TPZ_i} \cdot [TPZ_i \cdot PM] \quad \text{Gleichung 4.43}$$

$$= \frac{GMK}{\sum_{i=1}^n TPZ_i} \cdot TPZ_i$$

mit

PK_i = Prozesskosten des i -ten Teilprozesses

TPM_i = Teilprozessmenge des i -ten Teilprozesses des j -ten Produkts

PK_i = Prozesskosten des i -ten Teilprozesses

GMK = Summe aller Gemeinkosten

PM = Produktmenge

TPZ_i = Teilprozesszeit des i -ten Teilprozesses

Die oben genannte Gleichung drückt die Verteilung der Gemeinkosten anhand des Anteils der Teilprozesszeit an der Gesamtzeit der Teilprozesse aus. Zusammen mit Gleichung 4.35 entspricht dies dem allgemeinen Vorgehen bei der Prozesskostenrechnung (vgl. Gleichung 3.1).

5. Exemplarische Umsetzung

Grundsätzlich dienen Modelle dazu, komplexe, reale Strukturen so abzubilden, dass gut analysierbare Prozesse entstehen, anhand derer die realen Abläufe und Zuordnungen untersucht werden können. Um dies zu erreichen, wird bei der Modellierung eine Auswahl der für das Problem als relevant erachteten Prozesse und Teilprozesse vorgenommen und deren Relationen anschließend mathematisch beschrieben. Bei dieser Vorgehensweise, bei der die Komplexität der logistischen Abläufe abstrahiert wird und daher nur begrenzte Ausschnitte der Vorgänge mit deren Einflussgrößen betrachtet werden, ist die Übereinstimmung des Modells mit der Realität nachzuweisen. Aus diesem Grund ist die Validierung des Modells unverzichtbar. Im Rahmen dessen werden die folgenden Kriterien überprüft:

- Kann auf der Basis der ermittelten MTM-Zeiten eine verursachungsgerechte Verteilung der Kosten auf die Teilprozesse durchgeführt werden?
- Weist das Modell typische Eigenschaften der Prozesskostenrechnung (z. B. den Degressionseffekt) auf?

Das erste Kriterium der verursachungsgerechten Verteilung der Kosten wird in Kap. 5.1 am Beispiel des Verpackens von Spiegelgläsern bei einem in Bayern ansässigen Automobilzulieferbetrieb beschrieben. In Kap. 5.2 wird bei einem Logistikdienstleister für einen in Ostwestfalen beheimateten Zulieferbetrieb für die Automobilindustrie untersucht, inwieweit das Modell Eigenschaften der Prozesskostenrechnung abbildet.

Zur Überprüfung werden sowohl verpackungstechnische Angaben, als auch betriebswirtschaftliche Daten benötigt. Da es sich hierbei, insbesondere bei den Kostangaben, teilweise um vertrauliche Firmeninformationen handelt, wurden die Daten bzw., je nach Wunsch des Beispielunternehmens, auch das Layout der Verpackungsarbeitsplätze so weit anonymisiert, dass keine direkten Rückschlüsse auf betriebsinterne Abläufe oder sensible Kostenstrukturen möglich sind. Dabei wurde jedoch in Abstimmung mit den Unternehmen darauf geachtet, dass die Daten auch weiterhin realitätsnah bleiben und damit für die Validierung verwendet werden konnten.

Die verwendeten Daten beziehen sich auf das im Verpackungsbereich des jeweiligen Unternehmens zum Zeitpunkt der Prozessanalyse zu verpackende Produktspektrum und wurden zur Vergleichbarkeit auf ein Jahr hochgerechnet.

Bei der Auswahl der Beispiele bzw. Unternehmen wurde Wert darauf gelegt, unterschiedliche Typen manueller Verpackungsarbeitsplätze darzustellen. Deshalb werden in Kap. 5.1 Einzelverpackungsarbeitsplätze betrachtet, in Kap. 5.2 dagegen Verpackungsarbeitsplätze in einer Verpackungslinie.

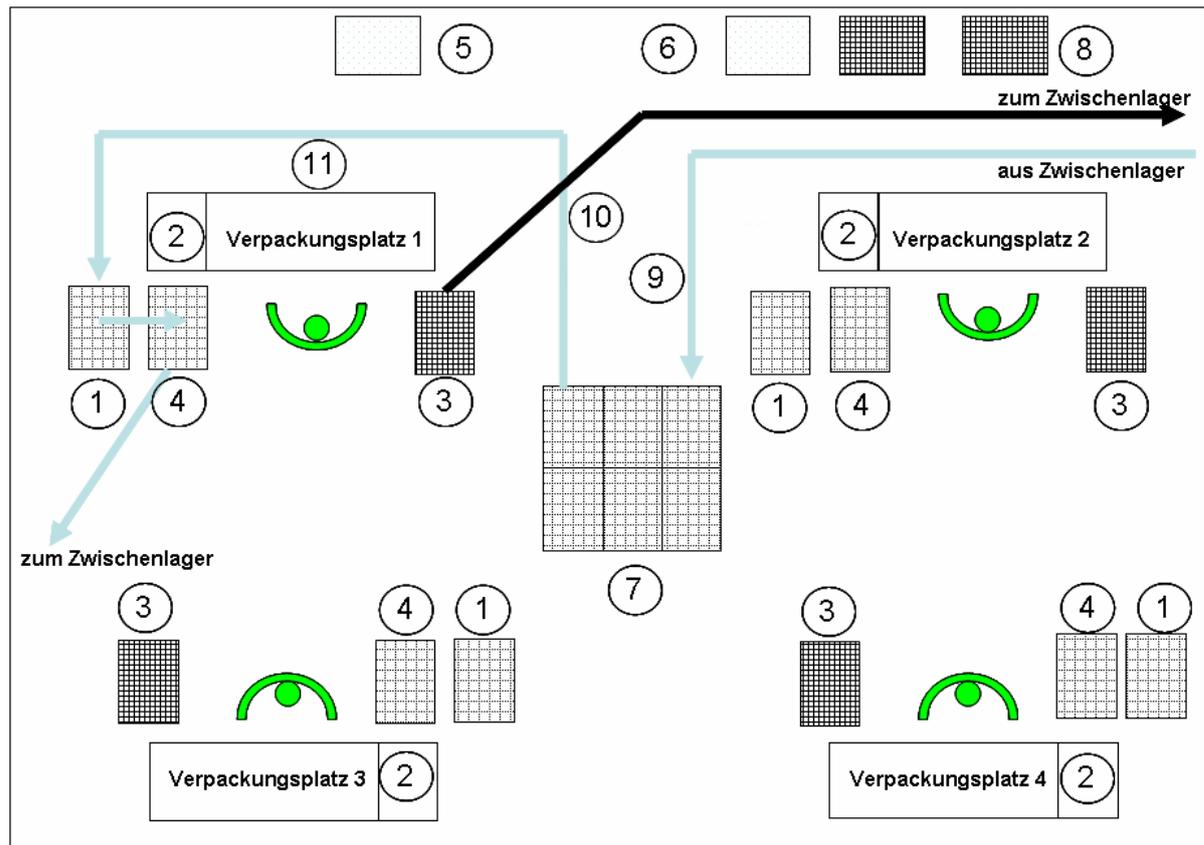
5.1 Validierung der Kostenverteilung

Die Anwendung des entwickelten Prozesskostenmodells zur verursachungsgerechten Verteilung der Kosten auf Verpackungsteilprozesse soll nachfolgend anhand eines Beispiels an den Unternehmensdaten eines Automobilzulieferers aus Bayern gezeigt werden. Das Unternehmen fertigt in dem ausgewählten Werk Außenspiegel für namhafte Automobilhersteller. Neben den Serienprodukten, die in kundenspezifischen Mehrwegtransportverpackungen ausgeliefert werden, sind auch Produkte sowie einzelne Baugruppen (z. B. Spiegelgläser für Außenspiegel) für das Ersatzteilgeschäft in Einwegverpackungen bereitzustellen. Für das Verpacken der Ersatzteile existieren dabei zwei grundlegend unterschiedliche Abläufe:

1. Verpacken der Produkte direkt nach der Montage am Ende einer Produktionslinie
2. Verpacken der Produkte / Baugruppen an vier separaten Verpackungsarbeitsplätzen

Bei dem Verpackungsprozess, der sich an die Produktionslinie anschließt und somit im Fertigungsbereich angesiedelt ist, wird überwiegend in Mehrwegtransportverpackungen verpackt. Dieser wird im Folgenden nicht betrachtet, da das Prozesskostenmodell derartige Verpackungsprozesse nicht mit einschließt.

Für das Verpacken der nicht direkt aus der Produktion stammenden Produkte ist ein separater Verpackungsbereich mit vier gleichartigen, manuellen Parallelarbeitsplätzen eingerichtet (vgl. Abb. 5.1).



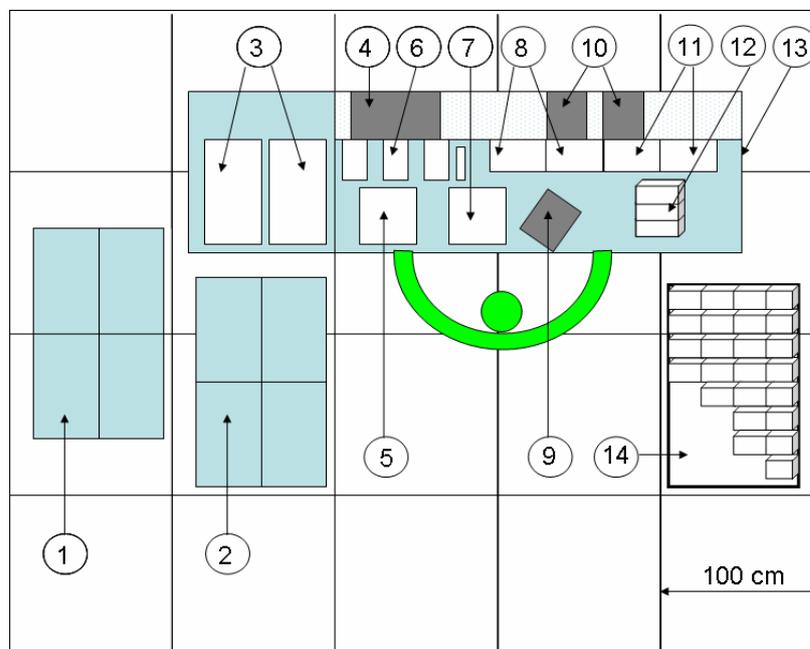
- 1 = Europalette mit Mehrwegtransportverpackungen mit Packgut
- 2 = Ablage für die Mehrwegtransportverpackungen mit Spiegelgläsern
- 3 = Gitterbox mit Packstücken
- 4 = Europalette mit leeren Mehrwegtransportverpackungen
- 5 = Palette mit Polstermitteln
- 6 = Palette mit Faltschachtelzuschnitten
- 7 = 6 Paletten mit Mehrwegtransportverpackungen mit Packgut (Arbeitsplatzpuffer)
- 8 = Leere Austausch-Gitterboxen
- 9 = Transportweg für die Anlieferung von Europaletten mit Packgut aus dem Zwischenlager zum Arbeitsplatzpuffer
- 10 = Transportweg für den Abtransport von mit Packstücken befüllten Gitterboxen ins Zwischenlager exemplarisch dargestellt für den Verpackungsarbeitsplatz 1
- 11 = Transportweg für den Austausch einer leeren gegen eine mit Packgut bestückte Europalette beispielhaft dargestellt für den Verpackungsarbeitsplatz 1

Abb. 5.1: Schematische Darstellung der Anordnung der Spiegelglasverpackungsarbeitsplätze /eigene Abbildung/

Vor Beginn des Verpackungsprozesses holt ein Mitarbeiter der Arbeitsvorbereitung mit einem Gabelstapler aus dem Arbeitsplatzpuffer in der Mitte des Verpackungsgebietes für jeden der vier in Abb. 5.1 dargestellten Verpackungsarbeitsplätze eine Europalette mit Mehrwegtransportverpackungen, die mit Spiegelgläsern befüllt sind und setzt sie links neben den Packtischen ab (vgl. Pos. 11, Abb. 5.1). Auch während des Verpackungsprozesses wird so verfahren, um den Weg für den Austausch der Paletten mit den leeren Mehrwegtransportverpackungen gegen die mit Packgut Be-

stücken zu minimieren. Die Europalette mit den leeren Mehrwegtransportverpackungen (Pos. 4, Abb. 5.1) wird anschließend in das ca. 100 m entfernte Zwischenlager transportiert. Auf dem Rückweg wird eine Europalette mit Mehrwegtransportverpackungen mit Packgut aus dem Zwischenlager abgeholt (Pos. 9, Abb. 5.1) und damit der Arbeitsplatzpuffer (Pos. 7, Abb. 5.1) aufgefüllt. Analog wird beim Austausch der Gitterboxen verfahren (Pos. 8 und 10, Abb. 5.1). Des Weiteren werden durch einen Mitarbeiter der Arbeitsvorbereitung die an den jeweiligen Arbeitsplätzen benötigten Polstermittel und Faltschachtelzuschnitte bereitgestellt.

Die betrachteten Verpackungsarbeitsplätze sind im Detail in Abb. 5.2 sowie die dort ablaufenden Prozesse in Tab. 5.2 dargestellt.



- 1 = Europalette mit Spiegelgläsern in Mehrwegtransportverpackungen
- 2 = Europalette mit leeren Mehrwegtransportverpackungen
- 3 = Spiegelgläser in Mehrwegtransportverpackungen zur direkten Entnahme
- 4 = Ablage mit Beipackzettel
- 5 = Arbeitsfläche mit vorbereiteten Wellkraftpapieren
- 6 = von links nach rechts: Etikettenspender 1, Tischabroller für Klebestreifen, Etikettenspender 2, Ablageposition Kennzeichnungsmarker
- 7 = Ablagefläche für geöffnete Faltschachtel
- 8 = Magazine mit Wellpappeschachteln
- 9 = Kleinteilemagazin mit Schraubenbeutel zur direkten Entnahme
- 10 = Kleinteilemagazin mit Schraubenbeuteln
- 11 = Magazine mit Wellkraftpapieren
- 12 = Stapelfläche für fertige Packstücke (ca. 10 Stück)
- 13 = Regalfläche zur Ablage von Vorratsmagazinen, Anweisungen etc.
- 14 = Gitterbox mit Packstücken

Abb. 5.2: Einzelverpackungsarbeitsplatz für Spiegelgläser /eigene Abbildung/

In der nachfolgenden Tabelle sind die Produktdaten und die Verpackungsvorschriften für die vier Verpackungsarbeitsplätze aufgeführt, wobei an einem Verpackungsarbeitsplatz teilweise auch mehr als nur eine Produktvariante (Spiegelglasvariante) verpackt wird. Um eine entsprechende Auslastung der Verpackungsarbeitsplätze sicherzustellen, wird am Verpackungsarbeitsplatz 1 Produkt 1 und Produkt 2, am Verpackungsarbeitsplatz 2 nur Produkt 2, am Arbeitsplatz 3 nur 3 und am Verpackungsplatz 4 sowohl Produkt 3 als auch Produkt 4 verpackt.

Tab. 5.1: Produkt- und Verpackungsdaten der vier Verpackungsarbeitsplätze für Spiegelgläser /eigene Abbildung/

| Produkt- u. Verpackungsdaten | Produkt 1 | Produkt 2 | Produkt 3 | Produkt 4 | | | | | | |
|---|---|--------------------|-------------------|------------------------|---|-----------------------------|--|-----------------------------|--|----------------------|
| Zu verpackende Produktzahl im Jahr | 180.000 Stck. | 350.000 Stck. | 500.000 Stck. | 70.000 Stck. | | | | | | |
| Gewicht der Spiegelgläser | 40 g | 80 g | 100 g | 40 g | | | | | | |
| Packmittelart | FEFCO 0211 | FEFCO 0211 | FEFCO 0211 | FEFCO 0211 | | | | | | |
| Abmessungen des Packmittels [Länge x Breite x Höhe] in mm | 200 x 100 x 50 | 200 x 100 x 50 | 200 x 100 x 50 | 200 x 100 x 50 | | | | | | |
| Zusatzteile | | | 1 Beipackzettel | 2 Beutel mit Schrauben | | | | | | |
| Kennzeichnungsmittel (KE) | 2 Etiketten | 2 Etiketten | 2 Etiketten | 1 Beschriftung | | | | | | |
| Technisches Hilfsmittel für das KE | 1 EP | 1 EP | 1 EP | | | | | | | |
| Polstermittel (Wellkraftpapier) | 1 Lage | 1 Lage | 1 Lage | 1 Lage | | | | | | |
| Verschleißhilfsmittel (V) | 1 KS | 2 KS ¹¹ | 2 KS | 1 KS | | | | | | |
| Technisches Hilfsmittel für das V | 1 Tischabroller | 1 Tischabroller | 1 Tischabroller | 1 Tischabroller | | | | | | |
| Ladungsträger für die Spiegelgläser | Europalette + MTV | Europalette + MTV | Europalette + MTV | Europalette + MTV | | | | | | |
| Ladungsträger für die Packstücke | Gitterbox | Gitterbox | Gitterbox | Gitterbox | | | | | | |
| Abmessungen der Gitterbox [Länge x Breite x Höhe] in mm | 1310 x 800 x 1000 | 1310 x 800 x 1000 | 1310 x 800 x 1000 | 1310 x 800 x 1000 | | | | | | |
| Verpackungsvorschrift für die Gitterbox | Befüllung bis zur Öffnungsklappe Packstück hochkant <table style="display: inline-table; vertical-align: middle; margin-left: 10px;"> <tr> <td style="font-size: 2em;">{</td> <td style="padding-left: 5px;">4 Packstücke hintereinander</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="padding-left: 5px;">26 Packstücke nebeneinander</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="padding-left: 5px;">6 Lagen übereinander</td> </tr> </table> | | | | { | 4 Packstücke hintereinander | | 26 Packstücke nebeneinander | | 6 Lagen übereinander |
| { | 4 Packstücke hintereinander | | | | | | | | | |
| | 26 Packstücke nebeneinander | | | | | | | | | |
| | 6 Lagen übereinander | | | | | | | | | |

EP = Etikettenspender

MTV = Mehrwegtransportverpackung

KS = Klebestreifen

¹¹ Da die Spiegelgläser des Typs 2 und 3 doppelt so schwer sind, wird zusätzlich zum ersten Klebestreifen, der zum Schutz vor unbefugtem Zugriff am Schachteldeckel angebracht wird, der Faltschachtelboden mit einem Klebestreifen gesichert.

Nach einer detaillierten Analyse der Verpackungsabläufe der vier Parallelarbeitsplätze wurden mit Hilfe des entwickelten, allgemeinen Referenzmodells für Verpackungsprozesse (vgl. Kap. 4.2.1) die in Tab. 5.2 dargestellten Teilprozesse und Tätigkeiten identifiziert.

Tab. 5.2: Verpackungsablauf für Spiegelgläser /eigene Abbildung/

| Prozessschritte Verpackungsablauf | | Verpackungsplatz Spiegelgläser | |
|--------------------------------------|---|-----------------------------------|--|
| Reihenfolge | Tätigkeiten | | Teilprozess |
| 1 | Mehrwegtransportverpackung (MTV) mit Spiegelgläsern von der linken Seite des Abstellisches in die rechte Vertiefung der Entnahmeposition (3) stellen, leere MTV von (3) auf Europalette (2) absetzen | | Packmittel vorbereiten |
| 2 | Faltschachtel von (8) mit rechter Hand entnehmen, aufrichten, Bodenseitenklappen zudrücken und mit linker Hand Lasche des Bodendeckels einstecken | | Packmittel vorbereiten |
| 3 | Faltschachtel umdrehen, bei Produktvariante 2 und 3: mit rechter Hand Klebestreifen (4) entnehmen und den FS-Boden damit zusätzlich sichern, FS mit offenem Deckel auf (7) platzieren | | Packmittel vorbereiten |
| 4 | Nach ca. 30 Verpackungen: mehrere Polstermittel von (10) entnehmen und auf Arbeitsfläche (6) ablegen | | Stoß- und Schwingungsschutz herbeiführen |
| 5 | Spiegelglas mit rechter Hand aus MTV (3) entnehmen und auf Polstermittel (6) mittig auflegen | | Stoß- und Schwingungsschutz herbeiführen |
| 6 | Bei Produktvariant: 1,2 und 3: 1. Etikett von (4) entnehmen und auf Spiegelrückseite anbringen | | Kennzeichnen |
| 7 | Linke Seite des Polstermittels über Packgut legen, anschließend rechte Seite des Polstermittels über Packgut falten | | Stoß- und Schwingungsschutz herbeiführen |
| 8 | Packgut in offene Faltschachtel (7) einfügen | | Produkt einpacken |
| 9 | Bei Produktvariante 3: Beipackzettel aus Ablage (5) entnehmen u. einfügen Bei Produktvariante 4: 2-mal Beutel aus Kleinteilebox (11) entnehmen und in FS (7) einfügen | | Zusatzteile verwenden |
| 10 | Deckel in FS einstecken | | Packmittel nachbereiten |
| 11 | Mit rechter Hand Klebestreifen (4) entnehmen und FS-Deckel damit mittig an FS-Vorderseite sichern | | Packmittel nachbereiten |
| 12 | Etikett/Stift von (4) entnehmen Bei Produktvariante 1 u. 2: 2. Etikett rechts oben auf FS anbringen Bei Produktvariante 3 u. 4: Beschriftung mit Stift links oben auf FS-Deckel anbringen, zurücklegen des Markers Bis zu 10 Stück FS anschließend auf Ablagefläche (12) stapeln | | Kennzeichnen |
| 13 | FS-Stapel (12) zwischen beide Hände nehmen und gleichzeitig in Gitterbox (14) nach Ablageschema einsetzen | | Packstück bereitstellen |

FS = Faltschachtel

Das nachfolgend abgebildete Packschema zeigt auf, in welcher Weise die Packstücke in die Gitterbox eingefügt werden (vgl. Abb. 5.3).

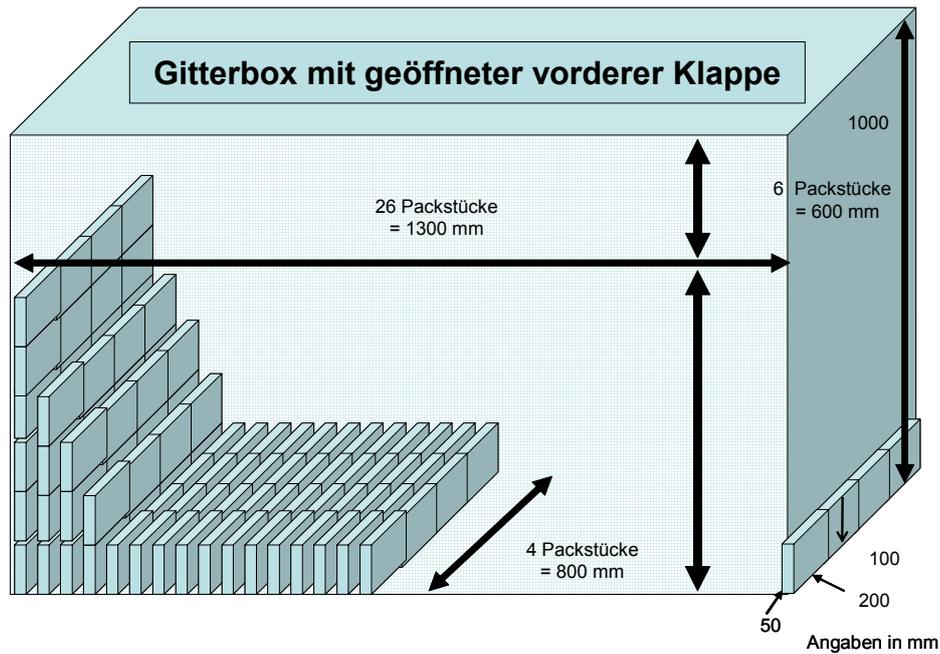


Abb. 5.3: Verpackungsschema der mit Spiegelgläsern befüllten Packstücke in der Gitterbox /eigene Abbildung/

Nach der Tätigkeitsanalyse wurden die Teilprozesse an den vier Verpackungsarbeitsplätzen ermittelt, für die gemäß Tab. 4.2 im Referenzmodell sekundäre Cost Driver definiert wurden. Sie sind dort festgelegt durch die jeweilige Anzahl der verwendeten Objekte. Für den konkreten Anwendungsfall sind sie in Tab. 5.3 wiedergegeben.

Tab. 5.3: Sekundäre Cost Driver der Verpackungsteilprozesse an den vier Parallelarbeitsplätzen /eigene Abbildung/

| Sek. Cost Driver Teilprozesse | Sekundäre Cost Driver der Verpackungsteilprozesse für die Produkte | | | |
|----------------------------------|--|--------------------------------|--------------------------------|-------|
| | Nr. 1 | Nr. 2 | Nr. 3 | Nr. 4 |
| | Zusatzteile einfügen | | | |
| Packmittel nachbereiten | | Anzahl der V (2 Klebestreifen) | Anzahl der V (2 Klebestreifen) | |
| Kennzeichnen | Anzahl der KE (2 Etiketten) | Anzahl der KE (2 Etiketten) | Anzahl der KE (2 Etiketten) | |

KE = Kennzeichnungsmittel

V = Verschießhilfsmittel

ZU = Zusatzteile

Für die Tätigkeiten wurden mit Hilfe der Formeln in Kap. 4.5.2 die jeweiligen MTM-Zeiten bestimmt (vgl. Tab. 5.4). So ergab sich z. B. für die Tätigkeit „Zusatzteile ein-

fügen“ für den Verpackungsarbeitsplatz 4 gemäß der Gleichung 4.21 eine Zeit von 47 TMU, multipliziert mit dem sekundären Cost Driver von $n_{ZU} = 2$ errechnete sich eine Gesamt-MTM-Zeit pro Zusatzteil von 94 TMU, dies entspricht 0,05640 Min/Stck.

Tab. 5.4: MTM-Zeiten für die einzelnen Tätigkeiten der vier verschiedenen Verpackungsarbeitsplätze¹² /eigene Abbildung/

| Teilprozesse/Tätigkeiten | | Zeit/Stück | Produkt 1 | Produkt 2 |
|--|---|------------|------------------|------------------|
| Teilprozesse | Tätigkeiten | | Zeit/Stück [Min] | Zeit/Stück [Min] |
| Vorgelagerter Prozess | | | 0,00486 | 0,00486 |
| Packmittel vorbereiten | Packmittel aufnehmen | | | |
| | Packmittel aufrichten | | 0,06820 | 0,06820 |
| | Verschleißhilfsmittel verwenden | | | |
| Stoß- und Schwingungsschutz herbeiführen | Polstermittel aufnehmen | | | |
| | Produkt in Polstermittel einschlagen | | 0,07200 | 0,07200 |
| Produkt einpacken | Produkt aufnehmen | | 0,00123 | 0,00123 |
| | Produkt in Packmittel einfügen | | 0,02500 | 0,02500 |
| Zusatzteile einfügen | Zusatzteile aufnehmen | | | |
| | Zusatzteile einfügen | | | |
| Packmittel nachbereiten | Packmittel verschließen | | 0,02280 | 0,02280 |
| | Verschleißhilfsmittel verwenden | | 0,04700 | 0,09400 |
| Kennzeichnen | Kennzeichnungsmittel aufnehmen | | | |
| | Kennzeichnungsmittel auf das Produkt aufbringen | | 0,03100 | 0,03100 |
| | Kennzeichnungsmittel auf die Schachtel aufbringen | | 0,03100 | 0,03100 |
| Packstück bereitstellen | Packstück aufnehmen | | 0,01008 | 0,01008 |
| | Packstück absetzen | | | |
| Nachgelagerter Prozess | | | 0,00249 | 0,00249 |
| Summe | | | 0,31566 | 0,36266 |

| Teilprozesse/Tätigkeiten | | Zeit/Stück | Produkt 3 | Produkt 4 |
|--|---|------------|------------------|------------------|
| Teilprozesse | Tätigkeiten | | Zeit/Stück [Min] | Zeit/Stück [Min] |
| Vorgelagerter Prozess | | | 0,00486 | 0,00486 |
| Packmittel vorbereiten | Packmittel aufnehmen | | | |
| | Packmittel aufrichten | | 0,06820 | 0,06820 |
| | Verschleißhilfsmittel verwenden | | | |
| Stoß- und Schwingungsschutz herbeiführen | Polstermittel aufnehmen | | | |
| | Produkt in Polstermittel einschlagen | | 0,07200 | 0,07200 |
| Produkt einpacken | Produkt aufnehmen | | 0,00123 | 0,00123 |
| | Produkt in Packmittel einfügen | | 0,02500 | 0,02500 |
| Zusatzteile einfügen | Zusatzteile aufnehmen | | | |
| | Zusatzteile einfügen | | 0,03980 | 0,05640 |
| Packmittel nachbereiten | Packmittel verschließen | | 0,02280 | 0,02280 |
| | Verschleißhilfsmittel verwenden | | 0,09400 | 0,04700 |
| Kennzeichnen | Kennzeichnungsmittel aufnehmen | | | |
| | Kennzeichnungsmittel auf das Produkt aufbringen | | 0,03100 | |
| | Kennzeichnungsmittel auf die Schachtel aufbringen | | 0,03100 | 0,10500 |
| Packstück bereitstellen | Packstück aufnehmen | | 0,01008 | 0,01008 |
| | Packstück absetzen | | | |
| Nachgelagerter Prozess | | | 0,00249 | 0,00249 |
| Summe | | | 0,40246 | 0,41506 |

¹² Tätigkeiten, die im allgemeinen Referenzmodell bestimmt worden sind, wie z. B. Zusatzteile aufnehmen, in dem speziellen Fall jedoch nicht vorkommen, werden nur der Vollständigkeit halber im Rahmen der exemplarischen Anwendungen angegeben.

Die Tätigkeitszeiten, die mit Hilfe des in Kap. 4 entwickelten Modells berechnet wurden, sind valide, wenn sie mit den in der Praxis ermittelten übereinstimmen. Im Folgenden wird der Nachweis erbracht, dass die kalkulierten Zeiten (Soll-Zeiten) und die in der Praxis vorzufindenden Zeiten (Ist-Zeiten) nahezu identisch sind, so dass mit Hilfe des Prozesskostenmodells eine verursachungsgerechte Verteilung der Gesamtverpackungszeit auf die beteiligten Prozesse vorgenommen werden kann und somit zugleich auch eine entsprechende, verursachungsgerechte Kostenverteilung gegeben ist.

Um den Zeitaufwand der einzelnen Prozesse miteinander vergleichen zu können, ist am Verpackungsarbeitsplatz 1 für das Verpacken des Produkts 1 zusätzlich eine Ablaufanalyse mit dem MTM-Standarddatenverfahren¹³ durchgeführt worden, da die im Unternehmen vorliegenden Daten auf einer REFA-Zeitaufnahme¹⁴ basieren, die keine weiteren Ablaufschritte unterscheidet /Dze03/ (vgl. Tab. 5.5).

Wird die Summe der Soll-Zeiten mit den in der Praxis ermittelten Gesamt-Ist-Zeiten verglichen, so zeigt sich absolut gesehen nur eine geringe Abweichung der kalkulierten Zeiten von ca. -6,6 %. Bei einzelnen Tätigkeiten sind jedoch größere Abweichungen zwischen der Soll- und der Ist-Zeit zu verzeichnen. Diese Abweichungen treten aber sowohl nach oben als auch nach unten auf. Aufgrund des hierdurch auftretenden Fehlerausgleichs beträgt die mittlere Abweichung -7,08 % und die Standardabweichung 28,9 %. Damit liegt die mittlere Abweichung für die Teilprozesse innerhalb der für den Gesamtprozess angegebenen Genauigkeit von -6,6 %.

Die Gründe für die jeweiligen alternierenden Abweichungen zwischen den Soll- und den Ist-Zeiten liegen insbesondere in den Detailabläufen sowie den Abmessungen, betreffend sowohl die Lage der Objekte selbst als auch ihre Position am Arbeitsplatz. Diese Angaben können durch das im Rahmen der Arbeit entwickelte Modell zum Teil nur pauschal erfasst werden. Beispielhaft werden hierzu die Differenzen in den Teilprozessen „Packstück bereitstellen“ und „Packgut einfügen“ erläutert. Die Packstücke werden zunächst auf der rechten Seite des Packtisches zu Stapeln von je 10 Stück zwischengelagert. Erst danach wird der Gesamtstapel in der Gitterbox abge-

¹³ Hiermit wurden die Soll-Zeiten ermittelt.

¹⁴ Die Ergebnisse des REFA-Verfahrens stellen die Ist-Zeiten dar.

legt. Diese Zwischenlagerung entspricht einem zusätzlichen Ablagevorgang, der durch das Modell nur vereinfachend für den Teilprozess „Packstück bereitstellen“ abgebildet wird (Soll-Zeit 0,01008 min/Stck.) und daher zu einem geringeren Zeitaufwand gegenüber dem tatsächlichen Ablauf (Ist-Zeit 0,012 min/Stck.) führt. Umgekehrt gestaltet sich beim Teilprozess „Produkt einpacken“ die Aufnahme des Spiegelglases aufgrund der auf seiner Rückseite befindlichen Spiegelhalterung wesentlich einfacher, als dies durch den im Modell angenommenen Blockcharakter eines Aufnahmeobjektes möglich ist. Zudem liegt das Spiegelglas aufgrund des Prozesses „Packgut in Polstermittel einschlagen“ bereits unmittelbar neben der Faltschachtel. Hierdurch verringert sich bei diesem Teilprozess der reale zeitliche Ablauf gegenüber dem im Modell kalkulierten Aufwand.

Entsprechend der großen Standardabweichung erreicht die Höhe der Differenz zwischen der Soll- und der Ist-Zeit im Extremfall 45 %. Aus dieser Tatsache könnte zunächst die Schlussfolgerung gezogen werden, das Modell sei nur bedingt geeignet, den zeitlichen Aufwand der Verpackungsteilprozesse und somit auch des gesamten Verpackungsprozesses zu bestimmen. Der zeitliche Anteil des hier betrachteten Teilprozesses (Ist-Zeit: 0,0144 Min) macht jedoch nur 4,67 % an der gesamten kalkulierten Prozesszeit (gesamte Soll-Zeit: 0,30831 Min) aus, so dass selbst diese recht große Schwankung gemessen am Gesamtprozess nur zu einer Ungenauigkeit der Teilprozesszeit von - 3,7 % führt. Bei den Teilprozessen ist somit nicht die absolute Differenz der Zeiten beim Soll-Ist-Vergleich ausschlaggebend, sondern der zeitliche Anteil eines Teilprozesses am Gesamtprozess. Resultierend hieraus, ist als Bezugspunkt für die Berechnung der Verteilungsgenauigkeit immer die Gesamtzeit anzusetzen, auf die sich dann auch die Genauigkeit bei der Verteilung der Kosten auf die Teilprozesse und Tätigkeiten beziehen muss.

Zur Bestimmung der Genauigkeit der Zeitermittlung wurden die Differenzen zwischen den Soll- und Ist-Zeiten der Teilprozesse in Relation zur errechneten Gesamtzeit gesetzt (vgl. Tab. 5.5). Die Schwankungsbreite der Zahlenwerte, die die Genauigkeit des Anteils der Teilprozesse an der kalkulierten Zeit für den gesamten Verpackungsprozess widerspiegeln, ist gering und liegt zwischen - 5,8 % bei dem Teilprozess „Stoß- und Schwingungsschutz herbeiführen“ und + 5,8 % bei dem Teilprozess „Packmittel vorbereiten“.

Tab. 5.5: Gegenüberstellung der Soll-Zeiten mit den Ist-Zeiten aus der Ablaufanalyse für den Verpackungsarbeitsplatz 1 mit dem Produkt 1 /eigene Abbildung/

| Teilprozesse | Soll-Zeit in Min | Ist-Zeit in Min | Differenz zwischen Ist- und Soll-Zeit | | Differenz zwischen Ist- und Soll-Zeit bezogen auf die Gesamt- Soll-Zeit in % |
|---|---------------------|--------------------|--|--------------|---|
| | | | in Min | in % | |
| Packmittel vorbereiten | 0,06820 | 0,08640 | 0,01820 | 26,69 | 5,8 |
| Stoß- und Schwingungsschutz herbeiführen | 0,07200 | 0,05400 | -0,01800 | -25,00 | -5,8 |
| Produkt einpacken | 0,02623 | 0,01440 | -0,01183 | -45,10 | -3,7 |
| Packmittel nachbereiten | 0,06980 | 0,07560 | 0,00580 | 8,31 | 1,8 |
| Kennzeichnen | 0,06200 | 0,04560 | -0,01640 | -26,45 | -5,3 |
| Packstück bereitstellen | 0,01008 | 0,01200 | 0,00192 | 19,05 | 0,6 |
| Summe | 0,30831 | 0,28800 | -0,02031 | | -6,6 |
| Mittelwert | | | | -7,08 | |

Die geringen prozentualen Schwankungen der Zahlenwerte, die die Genauigkeit des Anteils der Teilprozesse an der kalkulierten Zeit für den gesamten Verpackungsprozess angeben, zeigen, dass die Kalkulation von Verpackungstätigkeiten in der Form wie sie in dem entwickelten Modell hinterlegt ist, geeignet ist, den Verpackungsprozess für Unternehmen in ausreichender Genauigkeit darzustellen. Somit ist der Nachweis erbracht, dass mit dem entwickelten Prozesskostenmodell eine verursachungsgerechte Verteilung der Kosten in Verpackungsbereichen vorgenommen werden kann.

Als Basis für die Kalkulation der Verpackungskosten für Spiegelglas je Teilprozess wurden zunächst die entscheidungsrelevanten Kosten ermittelt. Hierbei handelt es sich um Personal-, Raum- und Betriebsmittelkosten der Kostenstellen „Verpacken“, „Fertigung“ und „IT“ sowie die Materialkosten der Kostenstelle „Verpacken“. Auf der Grundlage der allgemeinen Tabelle (vgl. Tab. 4.3) wurde dann die Zuordnung von Kostenarten zu Ressourcen für den vorliegenden Fall der Kalkulation der Verpackungskosten für Spiegelglas durchgeführt und der in Tab. 5.6 dargestellte Ressourcenverzehr ermittelt. Dabei werden die direkt auf die Teilprozesse zuzuord-

nenden Kosten als Imi-Kosten und die nicht zurechenbaren Kosten als Imn-Kosten ausgewiesen.

Tab. 5.6: Entscheidungsrelevante Kostenarten für die Ermittlung der Verpackungskosten für Spiegelglas aufgliedert nach Ressourcen /eigene Abbildung/

| Kostenstelle | Kostenart | Unter-Gruppe | Ressource | Imi-Kosten | Imn-Kosten | Kosten je Ressource | |
|-------------------|----------------------|---------------|----------------|--------------|-------------|---------------------|------------|
| Verpacken | Personalkosten | | 4 Verpacker | 96.000,00 € | | 96.000,00 € | |
| Fertigung | | | 1 AV | 7.200,00 € | 10.800,00 € | 18.000,00 € | |
| IT | | | ITL | | 2.448,28 € | 2.448,28 € | |
| Verpacken | Raumkosten | Miete | Gebäude | | 15.912,00 € | 15.912,00 € | |
| | | Energiekosten | | | 5.379,81 € | 5.379,81 € | |
| | Materialkosten * | | Packmittel | | | | |
| | | | PH | | | | |
| | Betriebsmittelkosten | | AB und KAZ | GA | | 7.435,20 € | 7.435,20 € |
| | | | Energiekosten | GA | | 426,50 € | 426,50 € |
| | | | Instandhaltung | | | 483,50 € | 483,50 € |
| Summe der Kosten* | | | | 103.200,00 € | 42.885,29 € | 146.085,29 € | |

AB = Abschreibungen AV = Arbeitsvorbereitung ITL = IT-Leistungen GA = Gabelstapler
KAZ = Kalkulatorische Zinsen PH = Packhilfsmittel

* siehe Tab. 5.7

Tab. 5.7: Materialkosten der Verpackungsvarianten entsprechend der Materialstückliste für Spiegelglas /eigene Abbildung/

| | Stückzahl | Verpackung 1 | Verpackung 2 | Verpackung 3 | Verpackung 4 |
|------------------------------|---------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| | | 180000 | 350000 | 500000 | 70000 |
| | pro Packstück | | | | |
| Packmittel | Stck | 0,11 € | 0,11 € | 0,11 € | 0,11 € |
| Polstermittel | Stck | 0,00238 € | 0,00238 € | 0,00238 € | 0,00238 € |
| Etikett | 2 Stck | 0,00571 € | 0,00571 € | 0,00571 € | 0,00 € |
| Stiftmarker | 0,001 Stck | 0,00 € | 0,00 € | 0,00 € | 0,00176 € |
| Klebestreifen | 5 cm | 0,00032 € | 0,00 € | 0,00 € | 0,00032 € |
| | 2 x 5 cm | 0,00 € | 0,000636 € | 0,000636 € | 0,00 € |
| Kosten pro Verpackung | | 0,11841 € | 0,118726 € | 0,118726 € | 0,11446 € |
| Gesamtkosten | | 21.313,80 € | 41.554,10 € | 59.363,00 € | 8.012,20 € |

Die anzugebenden Materialkosten beziehen sich ausschließlich auf die Verpackung; Kosten für das Packgut inkl. Zusatzteile werden nicht berücksichtigt, da diese dem Verpackungsbereich als zu verpackende Güter zur Verfügung gestellt werden.

Im Folgenden wird die Tab. 5.6 erläutert. Die Kostenstelle „Verpacken“ weist für 4 Verpacker je 24.000 €/Jahr Lohnkosten inklusive Lohnnebenkosten aus. Des Weiteren werden dieser Kostenstelle 50 % (= 18.000,00 €) des Jahresgehalts einer Mitarbeiterin der Arbeitsvorbereitung, die zu der Kostenstelle „Fertigung“ gehört, zuge-

rechnet. Dabei können 7.200,00 € direkt den Verpackungsteilprozessen als Imi-Kosten zugeordnet werden, da die Mitarbeiterin 40 % ihrer Arbeitszeit für Verpackungsaufgaben zuständig ist. Zu 60 % übt sie eine leitende Funktion aus, so dass dieser Anteil als Imn-Kosten angesetzt werden muss. Der restliche Teil des Gehalts wird in der Kostenstelle „Fertigung“ verrechnet. Die Kostenstelle „Verpacken“ beansprucht darüber hinaus pro Jahr für 2.448,28 € Dienstleistungen der IT-Abteilung (SAP Anbindung der AV), die somit als Imn-Kosten in das Prozesskostenmodell übernommen werden müssen.

Für die Verpackungsarbeitsfläche von 144 m² und eine Fläche von 116 m² für ein separates Zwischenlager weist der Betriebsabrechnungsbogen (BAB) einen pauschalen Mietzins von 15.912,00 € pro Jahr aus. Auch mit einer einfachen Umrechnung der Kosten auf einen vor Ort üblichen Mietzins von 5,10 € pro Quadratmeter und Monat, die zudem unterstellt, dass für Lager- und Arbeitsfläche der gleiche Mietzins angesetzt werden kann, ist eine weitere Zuordnung der Kosten auf die einzelnen Teilprozesse nicht möglich. Die generelle Zuordnung von Lagermietkosten zu den vor- und nachgelagerten Prozessen wird durch die starke Vermischung von Verpackungsbereich und Bereitstellfläche erschwert, da auch zwischen den Verpackungsarbeitsplätzen Pack- und Packhilfsmittel auf Paletten gelagert sind. Zum anderen können auch die Mietkosten der Arbeitsfläche nicht direkt den einzelnen Teilprozessen zugeordnet werden. Der Gesamtjahresbetrag wird daher als Imn-Kosten gewertet.

In der Kostenstelle sind außerdem Energiekosten in Höhe von 5.379,81 €/Jahr ausgewiesen, die sich aus den Heiz- und Stromkosten zusammensetzen. Die Heizkosten in Höhe von 4.315,78 € ergeben sich aus der Multiplikation eines durchschnittlichen Heizölpreises von 0,58 €/l /NN06s/ und einem Heizölverbrauch von 7441 l, die Stromkosten in Höhe von 1.064,03 € aus dem Produkt aus einem Stromverbrauch von 7344 kWh sowie einem durchschnittlichen Kilowattpreis von 0,1448 €/kWh /NN06g/.

Da die Abschreibung bei dem Automobilzulieferer linear erfolgt, für den Gabelstapler ein Wiederbeschaffungswert von 30.980,00 €, ein Abschreibungszeitraum von 5 Jahren sowie ein kalkulatorischer Zinssatz von 8 % zugrunde gelegt wurden, weist die

Kostenstellenrechnung einen Abschreibungsbetrag in Höhe von 6.196,00 € sowie kalkulatorische Zinsen von 1.239,20 € aus. Die in der Kostenstelle aufgeführten Energiekosten in Höhe von 426,50 € wurden unter Berücksichtigung der effektiven Betriebsstunden und des oben genannten Kilowattpreises ermittelt. Als letztes werden die laut Rechnung ausgewiesenen Instandhaltungskosten in Höhe von 483,50 € als Grundlage für das Prozesskostenmodell aus der Kostenstellenrechnung übernommen.

Die Ergebnisse der Tab. 5.6 bilden die Grundlage für die Verteilung der Kostenstellenkosten auf die einzelnen Teilprozesse des Hauptprozesses „Verpacken“. Da die Gemeinkosten nicht direkt Prozessen oder Produkten zugeordnet werden können, kann für die Berechnung die vereinfachte Gleichung 4.40 herangezogen werden. Die gesamten Imi-Personalkosten werden dabei proportional zu ihrem Zeitanteil an der Gesamtprozesszeit auf alle Teilprozesse und Tätigkeiten verteilt.

Die Division der Imi-Gesamtkosten durch die Gesamtzeit aller Teilprozesse multipliziert mit der jeweiligen Teilprozesszeit (vgl. Gleichung 4.27) ergibt die leistungsinduzierten Prozesskosten für jeden Teilprozess. Dieses Vorgehen wird nachfolgend exemplarisch anhand des Teilprozesses „Packmittel vorbereiten“ veranschaulicht. Die Basis für die Ermittlung der Imi-Kosten für den betrachteten Teilprozess bilden die Imi-Gemeinkosten (GMK'_{mi}) in Höhe von 103.200,00 €, die Gesamtzeit für alle Teilprozesse (GPM) (414.135 Min für 1.100.000 Stück) und die Teilprozessmenge (Zeit) (TPM_{ij}) für den Teilprozess „Packmittel vorbereiten“ (0,06820 Min/Stck. für das Produkt 1 für den Prozess „Packmittel vorbereiten“). Werden diese Zahlen in die oben genannten Gleichungen eingesetzt, so ergibt sich für die Imi-Gemeinkosten für den Teilprozess „Packmittel vorbereiten“

$$PK_{ij}(GMK'_{mi}) = \frac{103.200,00 \text{ €}}{414.135 \text{ Min}} \cdot 180.000 \text{ Stck.} \cdot 0,06820 \text{ Min/Stck.} = 3.059,11 \text{ €}$$

ein Wert von 3.059,11 €.

Die Imn-Gesamtkosten werden zunächst auf die 4 Produktvarianten verteilt (vgl. Begründung in Kap. 4.2.2.2 und Gleichung 4.30), dann werden sie entsprechend des

Vorgehens für die lmi-Kosten den Teilprozessen zugeordnet. Auch dieses Vorgehen wird nachfolgend anhand des Teilprozesses „Packmittel vorbereiten“ erläutert.

Als Ausgangsdaten fließen lmn-Gemeinkosten (GMK'_{mn}) in Höhe von 42.885,29 €, die Gesamtzeit für alle Teilprozesse (GPM) am Arbeitsplatz 1 (56.818,80 Min für 180.000 Stck.) und die Teilprozessmenge(-zeit) (TPM_{ij}) für den Teilprozess „Packmittel vorbereiten“ (0,006820 Min/Stck. für das Produkt 1 für den oben genannten Teilprozess) in die Berechnung ein. Als lmn-Teilprozesskosten ergibt sich gemäß nachfolgender Formel ein Wert von 2.316,39 €.

$$PK_{ij}(GMK'_{mn}) = \frac{42.885,29 \text{ €}}{4} = 10.721,32 \text{ €}$$

$$PK_{ij}(GMK'_{mn}) = \frac{10.721,32 \text{ €}}{56.818,80 \text{ Min}} \cdot 180.000 \text{ Stck.} \cdot 0,006820 \text{ Min/Stck.} = 2.316,39 \text{ €}$$

Im Weiteren werden die lmi-Gemeinkosten und die lmn-Gemeinkosten der Teilprozesse durch die Anzahl der pro Produktvariante verpackten Güter dividiert (vgl. Gleichung 4.35). Auf diese Weise errechnet sich der Prozesskostensatz je Teilprozess und je Produkt. Für den Teilprozess „Packmittel vorbereiten“ wird diese Berechnung im Folgenden wiederum exemplarisch dargestellt.

$$PK_{ij} = 3.059,11 \text{ €} + 2.316,39 \text{ €} = 5.375,50 \text{ €}$$

$$PKS_{ij} = \frac{5.375,50 \text{ €}}{180.000 \text{ Stck.}} = 0,0299 \text{ €/Stck.}$$

Als letztes werden die gesamten Stückkosten in Höhe von 0,1382 €/Stck. (vgl. Tab. 5.8) für Produkt 1 am Verpackungsarbeitsplatz 1 ermittelt, indem die Summe der einzelnen Teilprozesskostensätze gebildet wird (vgl. Gleichung 4.36). Analog zum beschriebenen Vorgehen werden für die anderen 3 Produkte die Prozesskostensätze ermittelt (vgl. Tab. 5.8 und Tab. 5.9).

Tab. 5.8: Verteilung der leistungsmengeninduzierten und der leistungsmengenneutralen Kosten auf die Teilprozesse des Verpackungsprozesses bei Spiegelgläsern Teil 1 /eigene Abbildung/

| Teilprozesse | Kosten | Produkt 1 / 180.000 Stück | | | |
|--|--------|---------------------------|-------------|-------------|------------|
| | | Imi | Imn | Summe | PKS |
| Vorgelagerter Prozess | | 218,14 € | 165,23 € | 383,37 € | 0,002130 € |
| Packmittel vorbereiten | | 3.059,11 € | 2.316,39 € | 5.375,50 € | 0,029864 € |
| Stoß- und Schwingungsschutz herbeiführen | | 3.229,56 € | 2.445,46 € | 5.675,02 € | 0,031528 € |
| Produkt einpacken | | 1.176,50 € | 890,86 € | 2.067,36 € | 0,011485 € |
| Zusatzteile einfügen | | | | 0,00 € | |
| Packmittel nachbereiten | | 3.130,88 € | 2.370,74 € | 5.501,61 € | 0,030565 € |
| Kennzeichnen | | 2.781,01 € | 2.105,81 € | 4.886,82 € | 0,027149 € |
| Packstück bereitstellen | | 452,39 € | 84,28 € | 536,67 € | 0,002981 € |
| Nachgelagerter Prozess | | 111,30 € | 342,56 € | 453,86 € | 0,002521 € |
| Summe | | 14.158,89 € | 10.721,32 € | 24.880,21 € | 0,138223 € |

| Teilprozesse | Kosten | Produkt 2 / 350.000 Stück | | | |
|--|--------|---------------------------|-------------|-------------|------------|
| | | Imi | Imn | Summe | PKS |
| Vorgelagerter Prozess | | 424,17 € | 143,82 € | 567,99 € | 0,001623 € |
| Packmittel vorbereiten | | 5.948,27 € | 2.016,19 € | 7.964,46 € | 0,022756 € |
| Stoß- und Schwingungsschutz herbeiführen | | 6.279,69 € | 2.128,53 € | 8.408,23 € | 0,024024 € |
| Produkt einpacken | | 2.287,64 € | 775,41 € | 3.063,05 € | 0,008752 € |
| Zusatzteile einfügen | | | | | 0,000000 € |
| Packmittel nachbereiten | | 10.187,06 € | 3.452,95 € | 13.640,01 € | 0,038971 € |
| Kennzeichnen | | 5.407,52 € | 1.832,90 € | 7.240,42 € | 0,020687 € |
| Packstück bereitstellen | | 879,65 € | 73,36 € | 953,00 € | 0,002723 € |
| Nachgelagerter Prozess | | 216,42 € | 298,16 € | 514,58 € | 0,001470 € |
| Summe | | 31.630,41 € | 10.721,32 € | 42.351,74 € | 0,121005 € |

| Teilprozesse | Kosten | Produkt 3 / 500.000 Stück | | | |
|--|--------|---------------------------|-------------|-------------|------------|
| | | Imi | Imn | Summe | PKS |
| Vorgelagerter Prozess | | 605,95 € | 129,53 € | 735,48 € | 0,001471 € |
| Packmittel vorbereiten | | 8.497,52 € | 1.815,91 € | 10.313,43 € | 0,020627 € |
| Stoß- und Schwingungsschutz herbeiführen | | 8.970,99 € | 1.917,09 € | 10.888,08 € | 0,021776 € |
| Produkt einpacken | | 3.268,06 € | 698,38 € | 3.966,44 € | 0,007933 € |
| Zusatzteile einfügen | | 4.111,71 € | 878,66 € | 4.990,37 € | 0,009981 € |
| Packmittel nachbereiten | | 14.552,94 € | 3.109,94 € | 17.662,88 € | 0,035326 € |
| Kennzeichnen | | 8.597,20 € | 1.837,21 € | 10.434,41 € | 0,020869 € |
| Packstück bereitstellen | | 1.256,64 € | 66,07 € | 1.322,71 € | 0,002645 € |
| Nachgelagerter Prozess | | 309,17 € | 268,54 € | 577,71 € | 0,001155 € |
| Summe | | 50.170,19 € | 10.721,32 € | 60.891,52 € | 0,121783 € |

Tab. 5.9: Verteilung der leistungsmengeninduzierten und der leistungsmengenneutralen Kosten auf die Teilprozesse des Verpackungsprozesses bei Spiegelgläsern Teil 2 /eigene Abbildung/

| Teilprozesse | Kosten | Produkt 4 / 70.000 Stück | | | |
|--|--------|--------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| | | Imi | Imn | Summe | PKS |
| Vorgelagerter Prozess | | 85,21 € | 125,66 € | 210,87 € | 0,003012 € |
| Packmittel vorbereiten | | 1.189,65 € | 1.761,66 € | 2.951,31 € | 0,042162 € |
| Stoß- und Schwingungsschutz herbeiführen | | 1.255,94 € | 1.859,81 € | 3.115,75 € | 0,044511 € |
| Produkt einpacken | | 457,53 € | 677,51 € | 1.135,04 € | 0,016215 € |
| Zusatzteile einfügen | | 983,82 € | 1.456,85 € | 2.440,67 € | 0,034867 € |
| Packmittel nachbereiten | | 1.217,56 € | 1.802,99 € | 3.020,55 € | 0,043151 € |
| Kennzeichnen | | 1.831,58 € | 2.712,23 € | 4.543,80 € | 0,064911 € |
| Packstück bereitstellen | | 175,93 € | 64,10 € | 240,03 € | 0,003429 € |
| Nachgelagerter Prozess | | 43,28 € | 260,52 € | 303,80 € | 0,004340 € |
| Summe | | 7.240,51 € | 10.721,32 € | 17.961,83 € | 0,256598 € |

Für die Analyse der in Tab. 5.8 und in Tab. 5.9 dargestellten Ergebnisse werden die Werte grafisch nebeneinander gestellt (vgl. Abb. 5.4). Dazu wird für die Imi-Kosten ein separater Prozesskostensatz (PKS) gebildet, indem der Imi-Kostenbetrag durch die Stückzahl der jeweiligen Verpackungsvariante dividiert wird. In der mit diesen Werten gebildeten Grafik lässt sich folgendes erkennen:

1. Die Verpackungskosten pro FS entsprechen in ihrer Höhe erwartungsgemäß der Rangfolge des direkt zurechenbaren Ressourcenverbrauchs (vgl. Tab. 5.4 MTM-Zeiten). So wird z.B. bei der zweiten Verpackungsvariante im Vergleich zur ersten ein zusätzlicher Klebestreifen eingesetzt. Dieser zusätzliche Handlingaufwand führt zu einem etwas höheren Wert des Imi-Prozesskostensatzes des zweiten Produkts von 0,09037 €/Stck. gegenüber 0,07866 €/Stck. bei dem ersten Produkt.
2. Die Materialkosten der Verpackungsvarianten sind nahezu identisch.
3. Während die PKS der Produkte eins bis drei (0,1382 €/Stck., 0,1210 €/Stck., 0,1218 €/Stck.) nahezu den gleichen Wert aufweisen, fällt der PKS des vierten Produkts mit 0,2566 €/Stck. fast doppelt so hoch aus.

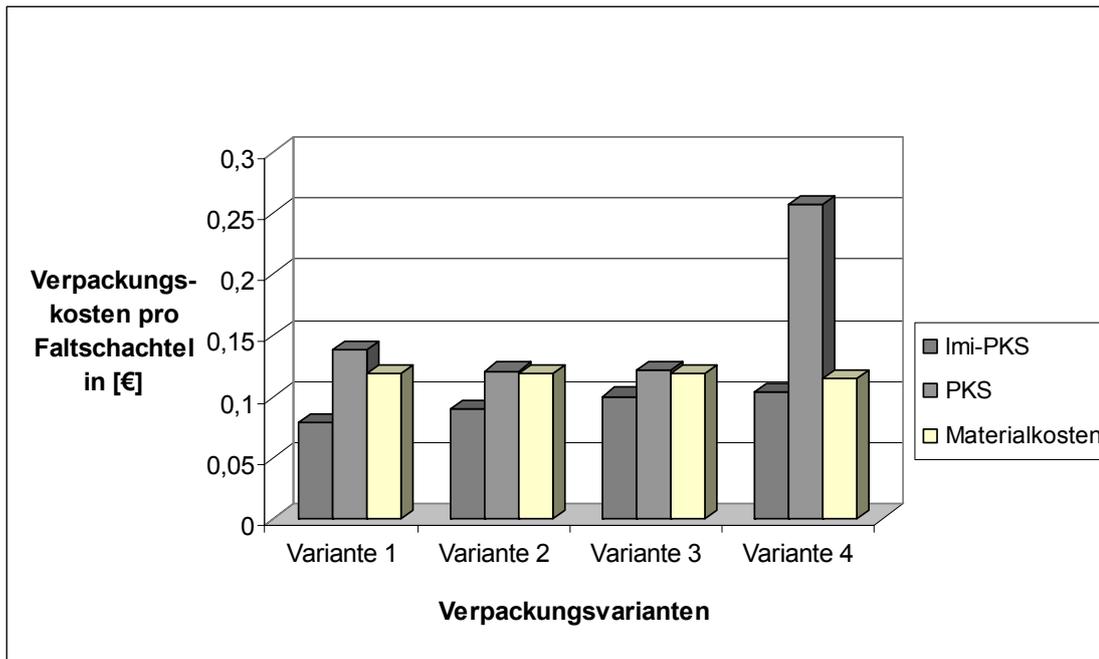


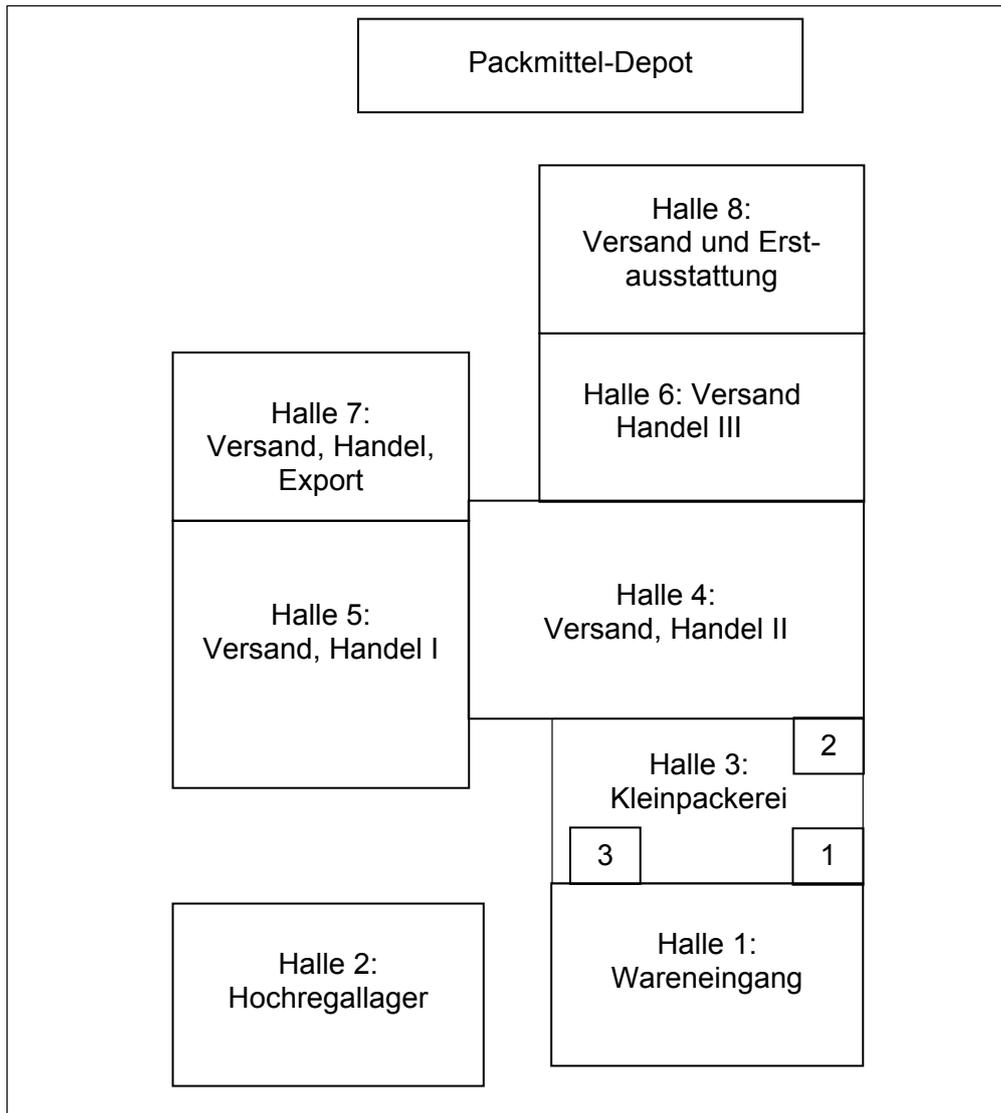
Abb. 5.4: Kostenvergleich der 4 Verpackungsvarianten /eigene Abbildung/

Dieser fast doppelt so hohe Prozesskostensatz des vierten Produkts erklärt sich durch die geringe Packstückanzahl von 70.000 Stck. Während die Erhöhung des PKS durch die auf die Verpackungsvarianten gleich verteilten Imn-Kosten bei den Verpackungsvarianten 1 bis 3 durch die hohe Stückzahl jeweils gering ausfällt, kann der Kostenanstieg bei Verpackungsvariante 4 nicht durch die hierbei nur geringe Stückzahl kompensiert werden. Die verschiedenen Prozesskostensätze sind somit auf den degressiven Effekt zurückzuführen, der durch den Einsatz des Prozesskostenmodells bewirkt wird. Dieser degressive Kostenverlauf wird im nächsten Kapitel ausführlich erläutert.

5.2 Validierung von Eigenschaften der Prozesskostenrechnung

Nachfolgend wird das Prozesskostenmodell bei einem Logistikdienstleister eines Herstellers von Komponenten und Systemen der Lichttechnik und Elektronik für die Automobilindustrie in Ostwestfalen zur Kostenkalkulation einzelner Verpackungsteilprozesse eingesetzt. Bei dieser Anwendung liegt der Fokus jedoch darauf, zu prüfen, ob das Modell die Eigenschaften der Prozesskostenrechnung aufweist.

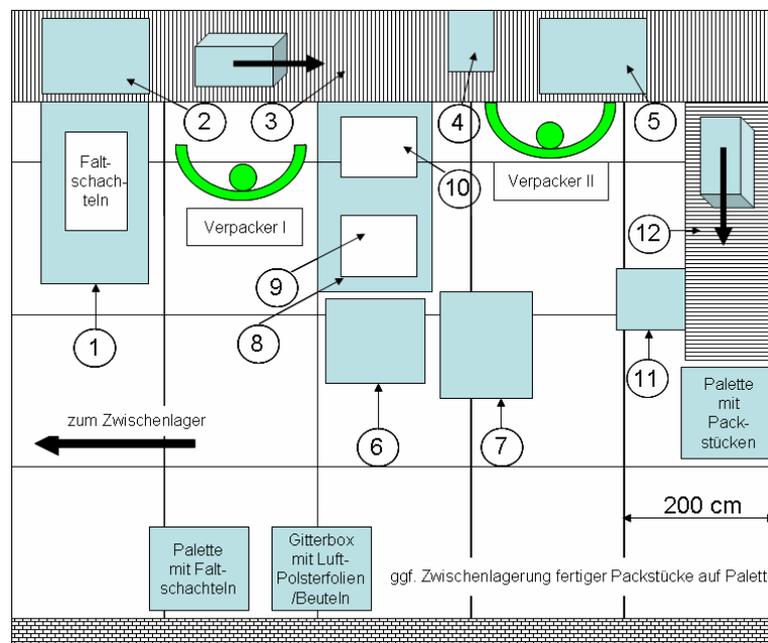
Der Logistikdienstleister verfügt über eine separate Verpackungsabteilung, die sich in zwei Bereiche gliedert, bestehend zum einen aus Einzelverpackungsarbeitsplätzen und zum anderen aus einer Verpackungslinie. Abb. 5.5 zeigt die Anordnung des Verpackungsbereichs innerhalb des Unternehmens sowie die Läger und den Zwischenlagerbereich der betrachteten Verpackungslinie.



- 1 = Verpackungslinie in der Kleinpackerei / Halle 3
 2 = Zwischenlager in der Kleinpackerei / Halle 3
 3 = Einzelverpackungsarbeitsplätze und Wickelstretcher / Halle 3

Abb. 5.5: Anordnung des Verpackungsbereichs innerhalb des Betriebsgeländes des Logistikdienstleisters /eigene Abbildung/

Während an der Verpackungslinie vorwiegend Produkte aus der eigenen Fertigung z. B. Scheinwerfer in unternehmensspezifische Faltschachteln umverpackt werden, werden an den Einzelarbeitsplätzen neben einfachem Umverpacken häufig kombinierte Verpackungsaufgaben durchgeführt, bei denen teilweise - auch unter neuer Zusammenstellung von Einzelteilen - Blinker, Zusatzteile und Befestigungskomponenten auftragspezifisch verpackt werden. Da kombinierte Verpackungsaufgaben im Rahmen der Arbeit nicht betrachtet werden, wird das Prozesskostenmodell bei der Verpackungslinie (vgl. Abb. 5.6) angewendet.



- 1 = Arbeitstisch mit Faltschachteln
- 2 = Bodenklappenfalzer
- 3 = Rollenbahn
- 4 = Nassklebestreifenspender
- 5 = Kartonverschließmaschine
- 6 = Gitterbox Produkt 1: Luftpolsterfolie, Produkt 2: Beutel
- 7 = Palette mit Packgut
- 8 = Arbeitstisch
- 9 = bei Produkt 1: Luftpolsterfolien, bei Produkt 2: Beutel
- 10 = bei Produkt 1: Inneneinrichtungen, bei Produkt 2: Arbeitsfläche
- 11 = Etikettenspender
- 12 = Stauzone der Rollenbahn

Abb. 5.6: Verpackungsplatzstruktur der Verpackungslinie /eigene Abbildung/

An dieser Verpackungslinie werden Scheinwerfer, die in offenen, auf einer Palette gestapelten Schachteln am Verpackungsarbeitsplatz bereitgestellt werden, von zwei Mitarbeiterinnen in nacheinander folgenden Verpackungsteilprozessen verpackt. In einem ersten Schritt werden Wellpappeschachteln des Typs FEFCO 0210 von einer Mitarbeiterin mit Hilfe eines Bodenklappenfalters aufgerichtet (Arbeitsschritt 1, Tab. 5.10). Dann werden beim Verpackungsprozess des Scheinwerfertyps 1 Wellpappe-Ringeinlagen aufgestellt und in die Schachteln eingefügt (Arbeitsschritt 2, Tab. 5.10). In einem nächsten Schritt werden die zu verpackenden Scheinwerfer von der zweiten Mitarbeiterin in Luftpolsterfolie eingeschlagen (Arbeitsschritt 4, Tab. 5.10) und in die Wellpappeschachteln eingefügt (Arbeitsschritt 5, Tab. 5.10). Danach werden die Ringeinlagen zugeklappt, mit einem Naßklebestreifen verschlossen (Arbeitsschritt 6, Tab. 5.10) und die Schachteln über eine nicht angetriebene Rollenbahn zur halbautomatischen Kartonverschleißmaschine geschoben. Nach dem Verschließen des Bodens und Deckels (Arbeitsschritt 7, Tab. 5.10) gelangen die Schachteln über eine (angetriebene) Rollenbahn zur Stauzone, von der sie dann entnommen und gemäß Packschema auf einer Palette abgesetzt werden (Arbeitsschritt 8, Tab. 5.10). Die Palette wird dann von einer Mitarbeiterin der Arbeitsvorbereitung ohne weitere Transportsicherungsmaßnahmen mit Hilfe eines Gabelstaplers in den Versandbereich transportiert, wo die Ladeeinheitensicherung erfolgt.

Beim Verpackungsprozess des Scheinwerfertyps 2 werden keine Wellpappe-Ringeinlagen und Luftpolsterfolien verwendet, da der Kunde eine einfache Verpackungslösung dem Schutz vor mechanischen Belastungen vorzieht. Aus diesem Grund werden die Packgüter nur in einen Polyethylenbeutel verpackt und dann in Wellpappeschachteln des Typs FEFCO 0210 eingefügt. Darüber hinaus wird das Packstück noch mit einem Etikett versehen. In den übrigen Abläufen sind die gleichen Verpackungsteilprozesse wie beim Scheinwerfer des Typs 1 vorzufinden.

Durch die nachfolgend aufgeführten Tätigkeitsbeschreibungen (vgl. Tab. 5.10) werden zwei Verpackungsarten charakterisiert.

Tab. 5.10: Prozessschritte und Teilprozesse an der Verpackungslinie für Scheinwerfer /eigene Abbildung/

| Prozessschritte Verpackungsablauf | | Verpackungslinie Scheinwerfer Typ 1 Verpackung 1 | |
|--------------------------------------|-----|--|--|
| Reihen- folge | | Tätigkeiten | Teilprozesse |
| 1 | V 1 | Mit linker Hand FS von linkem Arbeitstisch nehmen, aufrichten, in Bodenklappenfalter einsetzen | Packmittel vorbereiten |
| 2 | V 1 | Auf Packtisch liegende Inneneinrichtung auffalten und in FS einfügen | Inneneinrichtungen verwenden |
| 3 | V 1 | Ablegen der FS in Übergabebereich (Rollenbahn) | Packstück bereitstellen |
| 4 | V 2 | Mit linker Hand Packgut aus Transportbehälter entnehmen, mit rechter Hand Polstermittel vom Arbeitstisch nehmen, Packgut einschlagen | Stoß- und Schwingungsschutz herbeiführen |
| 5 | V 2 | Packgut mit Polstermittel in FS auf Rollenbahn einfügen | Produkt einpacken |
| 6 | V 2 | Ringeinlage zuklappen, Naßklebestreifen von (4) entnehmen und Ringeinlage verschließen | Inneneinrichtung verwenden |
| 7 | V 2 | FS-Deckel zufalten und in Verschleißmaschine einführen | Packmittel nachbereiten |
| 8 | V 2 | Geschlossene FS nach der Verschleißmaschine von der Stauzone nehmen und auf die Palette ablegen | Packstück bereitstellen |

| Prozessschritte Verpackungsablauf | | Verpackungslinie Scheinwerfer Typ 2 Verpackung 2 | |
|--------------------------------------|-----|--|-------------------------|
| Reihen- folge | | Tätigkeiten | Teilprozesse |
| 1 | V 1 | Mit linker Hand FS von linkem Arbeitstisch nehmen, aufrichten, in Bodenklappenfalter einsetzen | Packmittel vorbereiten |
| 2 | V 1 | Ablegen der FS in Übergabebereich (Rollenbahn) | Packstück bereitstellen |
| 3 | V 2 | Mit linker Hand Packgut aus Transportbehälter entnehmen und auf Arbeitstisch ablegen | Packmittel vorbereiten |
| 4 | V 2 | Beutel mit linker Hand von (9) entnehmen und mit rechter Hand öffnen, mit rechter Hand Packgut vom Arbeitstisch anheben, in offenen Beutel einfügen und Beutel zuklappen | Packmittel vorbereiten |
| 5 | V 2 | Packgut in Beutel in FS auf Rollenbahn einfügen | Produkt einpacken |
| 6 | V 2 | FS-Deckel zufalten und in Verschleißmaschine einführen | Packmittel nachbereiten |
| 7 | V 2 | Geschlossene FS nach der Verschleißmaschine etikettieren | Kennzeichnen |
| 8 | V 2 | FS von der Stauzone (Rollenbahn) nehmen und auf Palette ablegen | Packstück bereitstellen |

V 1 = Verpacker 1 V 2 = Verpacker 2

Werden beide Verpackungen in der in Tab. 5.11 aufgezeigten Anzahl verpackt, wird diese Systemlast als Variante 1 bezeichnet.

Tab. 5.11: Produkt- und Verpackungsdaten für die Scheinwerfer des Typs 1 und 2 /eigene Abbildung/

| Produkt- und Verpackungsdaten | Produktart | Scheinwerfer Typ 1 Verpackung 1 | Scheinwerfer Typ 2 Verpackung 2 |
|---|------------|---|---------------------------------|
| Zu verpackende Produktanzahl im Jahr | | 85.000 Stck. | 100.000 Stck. |
| Gewicht der Scheinwerfer | | 4 kg | 4 kg |
| Packmittelart | | Wellpappeschachtel des Typs FEFCO 0210 | |
| Abmessungen des Packmittels [Länge x Breite x Höhe] | | (400 x 600 x 300) mm | |
| Betriebsmittel zum Aufrichten der Schachteln | | Bodenklappenfalter | |
| Betriebsmittel zum Verschließen der Schachteln | | Halbautomatische Kartonverschließmaschine | |
| Polstermittelart | | Wellpappe-Ringeinlage, Luftpolsterfolie | - |
| Verschließhilfsmittel | | 1 Nassklebestreifen zum Verschließen der Wellpappe-Ringeinlage | - |
| Technisches Hilfsmittel für Nassklebestreifen | | Naßklebestreifenspender | - |
| Schutzhilfsmittel für den Oberflächenschutz | | | Polyethylenbeutel |
| Kennzeichnungsmittel (KE) | | | 1 Etikett |
| Technisches Hilfsmittel für KE | | | Etikettenspender |
| Ladungsträger | | Palette | |
| Ladungsträgerabmessungen [Länge x Breite] | | (1000 x 1200) mm | |
| Verpackungsvorschrift für die Palette (vgl. Abb. 5.8) | | Verbundstapel, 4 Lagen a 5 Packstücke, mit lagenweise um 180° gedrehte Lagenanordnung | |

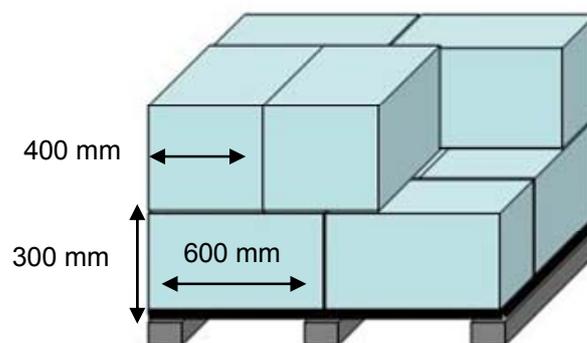


Abb. 5.7: Ausschnitt aus dem Packschema der mit Scheinwerfern befüllten Packstücke

Aufgrund der räumlichen Abgrenzung der Bereiche „Verpacken“ und „Fertigung“ lassen sich die Kosten (pro Jahr) dieser Abteilungen gut voneinander abgrenzen und entsprechend der genutzten Ressourcen aufteilen (vgl. Tab. 5.12).

Als Grundlage für das Prozesskostenmodell werden zunächst 48.000,00 € Lohnkosten inklusive Nebenkosten für zwei Verpacker aus der Kostenstelle „Verpacken“ übernommen. Des Weiteren fließt das Gehalt (= 24.000,00 €) einer für die Arbeitsvorbereitung zuständigen Mitarbeiterin in das Prozesskostenmodell ein. Da die Mitarbeiterin, die der Kostenstelle „Verpacken“ angehört, 70 % ihrer Arbeitszeit für Verpackungsaufgaben zuständig ist und zu 30 % für koordinierende Aufgaben, spaltet sich ihr Gehalt entsprechend in Imi- und Imn-Kosten auf. Neben diesen Lohn- und Gehaltskosten entfallen 50 % des Gehalts des Meisters, der auch für die Betreuung der Einzelverpackungsarbeitsplätze zuständig ist, auf den Bereich der Verpackungslinie, was 23.500,00 € entspricht. Außerdem nimmt der Bereich der Verpackungslinie Leistungen der Geschäftsleitung in Höhe von 1.520,06 € und Leistungen der Controllingabteilung in Höhe von 1.952,28 € in Anspruch, so dass diese Imn-Kosten ebenfalls im Prozesskostenmodell berücksichtigt werden müssen.

Als Mietkosten können unter Berücksichtigung einer Quadratmeteranzahl von 250 m² (entspricht 100 m² Verpackungsarbeitsfläche plus 150 m² Zwischenlagerfläche) und einem vor Ort gültigen Mietzins von 6,25 € pro Quadratmeter und Monat 18.750,00 € pro Jahr angesetzt werden. Während die Kosten für die Zwischenlagerfläche in Höhe von 11.250,00 € direkt den vor- und nachgelagerten Prozessen zugeordnet werden und somit als GMK_{mi} -Kosten angesetzt werden, kann für die restlichen Kosten in Höhe von 7.200,00 € keine direkte Verteilung auf Prozesse vorgenommen werden, so dass sie als Imn-Kosten in das Prozessmodell einfließen. Neben der Miete fallen Energiekosten in Höhe von 6.326,34 € an, diese setzen sich aus 5.768,34 € Heizkosten und 558,00 € Stromkosten zusammen. Als Grundlage für die Berechnung dieser beiden Werte dienen ein Heizölverbrauch von 9.084 l, ein Heizölpreis von 0,635 €/l, ein Stromverbrauch von 3.720 kWh sowie ein Strompreis 0,15 €/kWh. Für das Gebäude fallen des Weiteren anteilig auf die Fläche von 250 m² Kosten für den Brandschutz in Höhe von 1.872,00 € an. Für den Gabelstapler sind kalkulatorische Zinsen in Höhe von 320,67 € und Abschreibungen in Höhe von 8.016,82 € anzusetzen, für die Kartonverschleißmaschine kalkulatorische Zinsen in Höhe von 80,26 €

und ein Abschreibungsbetrag von 2.006,66 €. Diese Werte sind mit Hilfe der linearen Abschreibungsmethode auf der Basis eines Abschreibungszeitraums von 5 Jahren, bzw. bei der Kartonverschleißmaschine von 3 Jahren, sowie einem Zinssatz von 8 % kalkuliert worden. Die Abschreibungen sowie die kalkulatorischen Zinsen für die Kartonverschleißmaschine können direkt dem Teilprozess „Packmittel nachbereiten“ zugeordnet werden, deshalb werden sie separat als GMK_{mini} -Kosten ausgewiesen (vgl. Gleichungen 4.25 und 4.26). Für den Bodenklappenfalter und die Rollenbahn werden die eben genannten Kostenarten nicht angesetzt, da sie bereits abgeschrieben sind.

Als letztes fließen die Energiekosten für die Kartonverschleißmaschine/Rollenbahn (351,32 €) sowie den Gabelstapler (333,84 €) sowie die Instandhaltungskosten (1.636,00 €) als Basis für die Kalkulation der Verpackungskosten in das Prozesskostenmodell ein. Da der Controllingabteilung hierfür keine konkreten Werte vorliegen, werden die Energiekosten mittels geschätzter effektiver Maschinenlaufzeiten sowie einem Kilowattpreis von 0,15 €/kWh errechnet.

Die Energie- und Brandschutzkosten für die Ressource Gebäude, die Abschreibungen und kalkulatorischen Zinsen für den Gabelstapler, die Energiekosten für die Kartonverschleißmaschine und den Gabelstapler sowie die Instandhaltungskosten werden als l_{mn} -Kosten angesetzt, da sie von der zu verpackenden Stückzahl unabhängig sind.

Tab. 5.12: Kosten des Bereichs der Verpackungslinie geordnet nach Ressourcen /eigene Abbildung/

| Kostenstelle | Kostenart | Unter-Gruppe | Ressource | Imi-Kosten | Imn-Kosten | GMK _{mini} -Kosten | Kosten je Ressource | | |
|--------------|-----------------------|-------------------|--------------------------|-------------|-------------|-----------------------------|---------------------|-------------|--|
| Verpacken | Personal-kosten | Lohnkosten | 2 Verpacker | 48.000,00 € | | | 48.000,00 € | | |
| | | Gehalt | 1 AV | 16.800,00 € | 7.200,00 € | | 24.000,00 € | | |
| Fertigung | | Gehalt | 1 Meister | | 23.500,00 € | | 23.500,00 € | | |
| GF | | Gehalt | GF | | 1.520,06 € | | 1.520,06 € | | |
| RE | | Gehalt | Finanzen/ Controlling | | 1.952,28 € | | 1.952,28 € | | |
| Verpacken | | Raumkosten | Miete | Gebäude | | 7.500,00 € | 11.250,00 € | 18.750,00 € | |
| | | | Energiekosten | | | 6.326,34 € | | 6.326,34 € | |
| | | | Brandschutz | | | 1.872,00 € | | 1.872,00 € | |
| | | Material-kosten * | | Packmittel | | | | | |
| | | | | PH | | | | | |
| | Betriebsmittel-kosten | AB und KAZ | GA | | 8.337,50 € | | 8.337,50 € | | |
| | | | KA | | | 2.086,93 € | 2.086,93 € | | |
| | | Energiekosten | KA | | 351,32 € | | 351,32 € | | |
| | | | Rollenbahn | | | 333,84 € | | 333,84 € | |
| | | Instandhaltung | | | 1.636,00 € | | 1.636,00 € | | |
| | Summe der Kosten | | | 64.800,00 € | 60.529,34 € | 13.336,93 € | 138.666,27 € | | |

AB = Abschreibungen

GA = Gabelstapler

KAZ = Kalkulatorische Zinsen

AV = Arbeitsvorbereitung

GF = Geschäftsführung

* siehe Tab. 5.13

KA = Kartonverschleißmaschine

PH = Packhilfsmittel

Tab. 5.13: Materialkosten der Verpackungsvarianten für die Scheinwerfer /eigene Abbildung/

| | | Verpackung 1 | Verpackung 2 |
|---------------------------------|-----------|---------------------|---------------------|
| | Stückzahl | 85.000 | 100.000 |
| Packmittel | Stck. | 1,78 € | 1,78 € |
| Wellpappeninneneinrichtung | Stck. | 0,50 € | 0,00 € |
| Luftpolsterfolie | Stck. | 0,0530 € | 0,00 € |
| Beutel | Stck. | 0,0000 € | 0,0640 € |
| Maschinenklebeband (oben/unten) | 1400 mm | 0,0180 € | 0,0180 € |
| Nassklebeband | 50 mm | 0,0003 € | 0,0000 € |
| Etikett | Stck. | 0,0000 € | 0,0030 € |
| Kosten pro Verpackung | | 2,35 € | 1,86 € |
| Gesamtkosten | | 199.860,50 € | 186.500,00 € |

Auf die Berechnungen der Imi- und Imn-Prozesskosten und der Prozesskostensätze pro Teilprozess sowie der Stückkosten pro Produkt wird nicht weiter eingegangen, da diese detailliert in Kap. 5.1 dargestellt wurden. Hingegen bilden die GMK_{mni} -Kosten hierbei eine Besonderheit, aus diesem Grund wird die Verteilung dieser Kosten im Folgenden näher erläutert. Bei den GMK_{mni} -Kosten handelt es sich, wie in Kap. 4.6 definiert, um Imn-Kosten, die jedoch einem Teilprozess zugeordnet werden können. So sind Abschreibungen der Kartonverschleißmaschine dem Teilprozess „Packmittel nachbereiten“ zurechenbar, da diese Kosten nur diesen Teilprozess betreffen. Die Verteilung dieser Kosten innerhalb des Produktmixes erfolgt dann gleichmäßig auf die Produktvarianten entsprechend Gleichung 4.25 und Gleichung 4.26. Auch die Raumkosten (Miete) können bei diesem Beispiel als GMK_{mni} -Kosten Teilprozessen zugeordnet werden. Da Pack- und Packhilfsmittel zu einem großen Teil bereits am Arbeitsplatz lagern (vgl. Abb. 5.6), übernimmt das Zwischenlager im Wesentlichen eine Ausgleichsfunktion zwischen dem Versand und dem Lager für Produkte. Damit können die Raumkosten auf die vor- und nachgelagerten Teilprozesse verteilt werden.

Die Verrechnung erfolgt gleichmäßig auf beide Teilprozesse, da die Ressource „Lager“ von Produkten und Packstücken zu gleichen Anteilen genutzt wird (vgl. Tab. 5.15). Dies leitet sich aus der Gleichheit von Produkt- und Packstückgröße ab, die somit in gleichem Umfang Lagerfläche beanspruchen. Die Verteilung der Kosten auf die Produktvarianten innerhalb der Teilprozesse erfolgt dann wieder gemäß der oben genannten Gleichungen 4.25 und 4.26.

Tab. 5.14: Tätigkeitszeiten für die 2 Verpackungsvarianten der Scheinwerfer /eigene Abbildung/

| Teilprozesse | Tätigkeiten | Scheinwerfer Typ 1 Verpackung 1 | | Scheinwerfer Typ 2 Verpackung 2 | |
|--|--|------------------------------------|-------------|------------------------------------|-------------|
| | | Zeit/Stück | Teilprozess | Zeit/Stück | Teilprozess |
| Vorgelagerter Prozess | | 0,152418 | 0,152418 | 0,1021680 | 0,1021680 |
| Inneneinrichtungen verwenden | Inneneinrichtung verwenden Verpacker II | 0,015600 | 0,827400 | | |
| | Inneneinrichtung verkleben mit Naßklebebandspender | 0,061800 | | | |
| | Inneneinrichtung verwenden Verpacker I | 0,750000 | | | |
| Stoß- und Schwingungsschutz herbeiführen | Polstermittel aufnehmen | 0,059000 | 0,357000 | | |
| | Produkt in Polstermittel einschlagen | 0,273000 | | | |
| | Polstermittel in Packmittel einfügen | 0,025000 | | | |
| Packmittel vorbereiten | Packmittel aufrichten | 0,100000 | 0,100000 | 0,100000 | 0,100000 |
| Oberflächenschutz herstellen | Oberflächenschutzhilfsmittel am Produkt anbringen (Produkt in Beutel einfügen) | | | 0,124000 | 0,124000 |
| Produkt einpacken | Produkt aufnehmen | 0,080000 | 0,105000 | 0,080000 | 0,105000 |
| | Produkt in Packmittel einfügen | 0,025000 | | 0,025000 | |
| Packmittel nachbereiten | Packmittel verschließen (Karton weiterschieben + Packmittel verschließen oben) | 0,048000 | 0,073200 | 0,048000 | 0,073200 |
| | Verschleißhilfsmittel verwenden (Wartezeit bis Karton verschlossen) | 0,025200 | | 0,025200 | |
| Kennzeichnen | Kennzeichnung aufbringen | | | 0,031000 | 0,031000 |
| Packstück bereitstellen | Packstück absetzen inkl. Wartezeit Transport | 0,219000 | 0,219000 | 0,219000 | 0,219000 |
| Nachgelagerter Prozess | | 0,167993 | 0,167993 | 0,197391 | 0,197391 |
| Summe | | 2,002011 | 2,002011 | 0,951759 | 0,951759 |

Tab. 5.15: Kosten für die 2 Verpackungsvarianten der Scheinwerfer /eigene Abbildung/

| Scheinwerfer Typ 1 - Verpackung 1 | | | | | |
|--|-------------|-----------------------------|-------------|-------------|------------|
| Teilprozesse | Imn-Kosten | GMK _{mini} -Kosten | Imi-Kosten | Kosten ges. | PK-Satz |
| Vorgelagerter Prozess | 2.304,12 € | 2.812,50 € | 3.163,85 € | 8.280,48 € | 0,097417 € |
| Inneneinrichtungen verwenden | 12.507,92 € | | 17.174,95 € | 29.682,87 € | 0,349210 € |
| Stoß- und Schwingungsschutz herbeiführen | 5.396,82 € | | 7.410,51 € | 12.807,33 € | 0,150674 € |
| Packmittel vorbereiten | 1.511,71 € | | 2.075,77 € | 3.587,49 € | 0,042206 € |
| Produkt einpacken | 1.587,30 € | | 2.179,56 € | 3.766,86 € | 0,044316 € |
| Packmittel nachbereiten | 1.106,57 € | 1.043,47 € | 1.519,47 € | 3.669,51 € | 0,043171 € |
| Packstück bereitstellen | 3.310,65 € | | 4.545,95 € | 7.856,60 € | 0,092431 € |
| Nachgelagerter Prozess | 2.539,57 € | 2.812,50 € | 3.487,14 € | 8.839,21 € | 0,103991 € |
| | | | | | |
| | 30.264,67 € | 6.668,47 € | 41.557,21 € | 78.490,35 € | 0,923416 € |

| Scheinwerfer Typ 2 - Verpackung 2 | | | | | |
|-----------------------------------|-------------|-----------------------------|-------------|-------------|------------|
| Teilprozesse | Imn-Kosten | GMK _{mini} -Kosten | Imi-Kosten | Kosten ges. | PK-Satz |
| Vorgelagerter Prozess | 3.248,82 € | 2.812,50 € | 2.495,04 € | 8.556,36 € | 0,085564 € |
| Packmittel vorbereiten | 3.179,87 € | | 2.442,09 € | 5.621,95 € | 0,056220 € |
| Oberflächenschutz herstellen | 3.943,03 € | | 3.028,19 € | 6.971,22 € | 0,069712 € |
| Produkt einpacken | 3.338,86 € | | 2.564,19 € | 5.903,05 € | 0,059031 € |
| Packmittel nachbereiten | 2.327,66 € | 1.043,47 € | 1.787,61 € | 5.158,74 € | 0,051587 € |
| Kennzeichnung | 985,76 € | | 757,05 € | 1.742,81 € | 0,017428 € |
| Packstück bereitstellen | 6.963,91 € | | 5.348,17 € | 12.312,08 € | 0,123121 € |
| Nachgelagerter Prozess | 6.276,76 € | 2.812,50 € | 4.820,45 € | 13.909,71 € | 0,139097 € |
| | | | | | |
| | 30.264,67 € | 6.668,47 € | 23.242,79 € | 60.175,92 € | 0,601759 € |

Die in Tab. 5.15 berechneten Prozesskostensätze zeigen die Kostenverteilung bei einer vorgegebenen Systemlast (Variante 1) von 85.000 Stück Scheinwerfern des Typs 1 bzw. von 100.000 Stück Scheinwerfern des Typs 2 pro Jahr. Für die Imi-Kosten werden wie bereits in Kap. 5.1 der entsprechende Imi-Prozesskostensatz gebildet. In Abb. 5.8 sind die einzelnen Kostenarten pro Verpackung grafisch dargestellt.

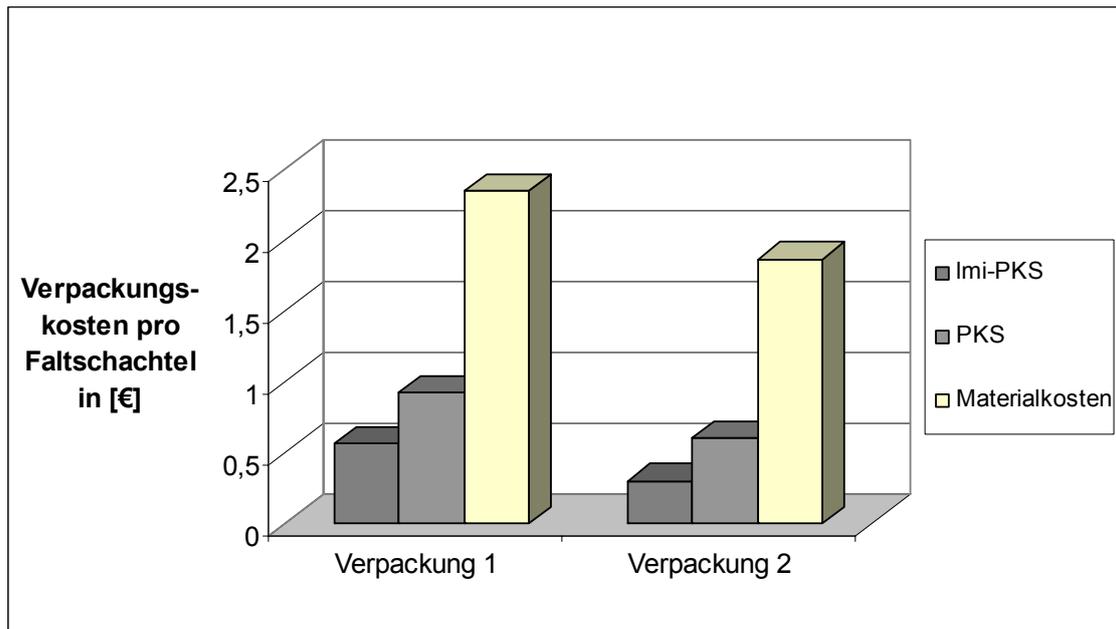


Abb. 5.8: Kostenvergleich der Verpackungen 1 und 2 bei der Systemlast (Variante 1) /eigene Abbildung/

In der vorhergehenden Abbildung fällt besonders die deutlich niedrigere Kostenbelastung (Imi-PKS) durch den geringeren Handlingaufwand bei dem Verpackungsprozess der Verpackung 1 auf. Auch die Verteilung der nicht direkt zurechenbaren Kosten ist bedingt durch die höhere Stückzahl geringer. Die Materialkosten erreichen bei beiden Verpackungen das 2- bis 3-fache der Gesamtkosten (PKS), deshalb ergeben sich bei Materialkosten die größten Einsparpotenziale.

Bei der Betrachtung der Kostenverteilung der Systemlast-Variante 1 zeigt sich, dass bei fast gleicher Stückzahl der Gesamt-Prozesskostensatz für Verpackung 1 mit 0,923 €/Stck. gegenüber Verpackung 2 mit 0,602 €/Stck. höher ausfällt. Die Differenz beträgt 0,321 €/Stck. entsprechend 34,6 % bezogen auf Verpackung 1.

Wie die vorhergehende Kostenbetrachtung zeigt, können mit dem im Rahmen der Arbeit entwickelten Prozesskostenmodell kostenintensive Teilprozesse auf der Basis der ermittelten Handlingzeiten und Kosten pro Prozess und Verpackungsvariante identifiziert werden. Dies ist mit den bisher existierenden Prozesskostenmodellen nicht möglich (vgl. Kap. 1.1), da sie für andere logistische Bereiche (vgl. Floeck /Flo04/, Fuchs /Fuc04/ und Gericke /Ger05/), für Mehrwegsysteme (vgl. Kibler /Kib97/) oder für den Bereich der Ladeeinheitenbildung bis hin zur Rückführung der Ladungsträger (vgl. Wagner /Wag06/) entwickelt wurden.

Die unterschiedlichen Kostensätze der Verpackungen begründen sich in den verschiedenen Teilprozessen die in den Verpackungsvarianten zum Einsatz kommen. Während bei Verpackung 1 der Teilprozess „Inneneinrichtung verwenden“ 41,4 % der Gesamtprozesszeit beansprucht, entfällt dieser Prozess bei der Verpackung 2. Zudem fehlt bei Verpackung 2 der Teilprozess „Stoß- und Schwingungsschutz herbeiführen“. Dagegen sind die Teilprozesse „Oberflächenschutz herstellen“ und „Kennzeichnung“ nur bei Verpackung 2 zu finden.

Bezogen auf die Imi-Kosten ergibt sich hierdurch für Verpackung 1 im Vergleich zu Verpackung 2 ein Mehrbetrag von 17.174,95 € für den Teilprozess „Inneneinrichtung verwenden“ und 7.410,51 € für den Teilprozess „Stoß und Schwingungsschutz herbeiführen“ (vgl. Tab 5.15). Dem gegenüber stehen bei Verpackung 2 lediglich 3028,19 € für den Teilprozess „Oberflächenschutz herstellen“ und 757,05 € für den Teilprozess „Kennzeichnung“. Ihr gemeinsamer Anteil an den jeweiligen Imi-Gesamtkosten beträgt bei Verpackung 2 dem entsprechend nur 16 %, bei Verpackung 1 beläuft sich dieser Anteil mit 59 % auf mehr als das dreifache. Daher handelt es sich in dem vorliegenden Beispiel bei den Teilprozessen „Inneneinrichtung verwenden“ sowie „Stoß- und Schwingungsschutz herbeiführen“ bei Verpackung 1 um die kostenintensivsten mit dem größten Kostenanteil am jeweiligen Gesamtprozess. Aus diesem Grund sollte auch bei diesen Prozessen die Optimierung ansetzen.

Da sich die beiden Scheinwerfertypen bezüglich der Produktdaten und -abmessungen nur marginal voneinander unterscheiden, besteht die einfachste, prinzipielle Kostenoptimierung darin, für Scheinwerfer Typ 1 auch die preisgünstigere Verpackung 2 zu wählen. Allerdings bietet diese Verpackungsvariante weniger Schutz vor mechanischen Belastungen, deshalb muss aus technischer Sicht geprüft werden, ob der Transportschutz mit der preisgünstigeren Verpackung ebenfalls gewährleistet werden kann.

Die in Tab. 5.15 dargestellte Kalkulation gibt nur bedingt einen Überblick über die Kosten, die direkt eingespart werden können, da die mit dem Verpackungswechsel verbundene Zeiteinsparung auch zu einer Senkung der Auslastung der Mitarbeiter führt.

Um die praktischen und kostenmäßigen Auswirkungen zu prüfen, sollten deshalb nicht sofort alle, sondern zunächst nur eine festgelegte Anzahl von Scheinwerfern des Typs 1 in der preiswerteren Verpackung 2 verpackt werden.

Das Unternehmen kann die kundenspezifischen Verpackungslösungen allerdings in der Regel nicht ohne weiteres ändern. Hier ist eine Abstimmung mit den Kunden erforderlich. Um sowohl für die Kunden als auch für das Unternehmen eine profitable Lösung zu finden, ist hierzu im Vorfeld zu klären, welche Konsequenzen mit einer veränderten Systemlast, d. h. mit einer Verringerung der Stückzahl der verwendeten Verpackung 1 bei gleichzeitiger Erhöhung der Stückzahl von Verpackung 2 verbunden ist.

Zu erwarten ist, dass die Kosten von Verpackung 1 bei geringerer Anzahl zu verpackender Scheinwerfer steigen, die von Verpackung 2 mit größerer Stückzahl aber sinken. Zeigt sich dieser Kostenverlauf, so ist damit gleichzeitig der Nachweis erbracht, dass der Einsatz des Prozesskostenmodells zu dem typischen Degressions-effekt einer Prozesskostenrechnung führt.

Vor dem Hintergrund folgender Tatsachen sollte das Unternehmen eine Kalkulation mit neuen Systemlasten durchführen:

- Der mit einer geringeren Stückzahl verbundene Preisanstieg kann nicht ohne weiteres an Stammkunden weitergegeben werden.
- Aufgrund des geringeren zeitlichen Aufwandes, der mit dem Einsatz der Verpackungslösung 2 verbunden ist, werden Leerzeiten entstehen. Diese könnten z. B. dazu genutzt werden, um über die bestehende Anzahl hinaus eine wesentlich größere Menge von Scheinwerfern zu verpacken.

Im Folgenden wird unterstellt, dass die bisher verkaufte Stückzahl von 85.000 Stück des Scheinwerfer Typs 1 gesplittet wird, d. h. es wird davon ausgegangen, es könnten 50.000 Stück mit der derzeitigen Verpackungslösung 1 verpackt werden und für 35.000 Stück könnte die Verpackungslösung 2 gewählt werden.

Für die Wahl der veränderten Systemlast (Variante 2) sollte zudem berücksichtigt werden, dass die Auslastung der Mitarbeiter im Verpackungsprozess nahezu gleich bleibt. Hierzu wurde zunächst die Auslastung der Mitarbeiter bei der Systemlast-Variante 1 berechnet. Das Vorgehen ist hierzu im Detail in Tab. 5.16 wiedergegeben. Es ergibt sich eine Auslastung der Verpacker von 97,5 % bis 99,6 % und von 77,3 % der Mitarbeiterin der Arbeitsvorbereitung.

Tab. 5.16: Auslastung der Mitarbeiter bei Systemlast-Variante 1 /eigene Abbildung/

| Produkte \ Zeiten | Zeit in [Min./Stck.] | Menge in [Stck.] | Gesamt-Ist-Verpackungszeit in [Min.] | Gesamt-Soll-Verpackungszeit in [Min.] | Anteil in [%] |
|-------------------------|----------------------|------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------|
| Verpackung 1 | | | | | |
| Verpacker I | 0,850 | 85.000 | 72.317,32 | | |
| Verpacker II | 0,831 | 85.000 | 70.686,00 | | |
| AV | 0,319 | 85.000 | 27.167,57 | | |
| Verpackung 2 | | | | | |
| Verpacker I | 0,329 | 100.000 | 32.900,00 | | |
| Verpacker II | 0,323 | 100.000 | 32.320,00 | | |
| AV | 0,299 | 100.000 | 29.955,90 | | |
| Verpackung 1 + 2 | | | | | |
| Verpacker I | | | 105.217,32 | 105.600 | 99,63 |
| Verpacker II | | | 103.006,00 | 105.600 | 97,54 |
| AV | | | 57.123,48 | 73.920 | 77,28 |

Um eine Auslastung gleicher Größenordnung bei gleichzeitig gesunkener Stückzahl von Verpackung 1 zu erreichen, kann eine Systemlast-Variante 2 mit 50.000 Stück für Verpackung 1 gefunden werden, für die 2. Verpackung 190.000 Stück. Dies entspricht einer Erhöhung der Anzahl der insgesamt zu verpackenden Stückzahl von 29,73 %. Die Auslastung der Mitarbeiter beträgt bei dieser Systemlast für den Verpacker I 99,48 %, für den Verpacker II 97,50 % und für den für die Arbeitsvorbereitung zuständigen Mitarbeiter 98,61 %. Damit ist die Auslastung der Mitarbeiter bei Variante 2 ebenfalls sichergestellt.

Da bislang nur 100.000 Stück der Verpackung 2 verpackt bzw. verkauft wurden und bei der angenommenen, neuen Systemlast zusätzlich 35.000 Stück auf die Verpackungsvariante 2 entfallen, insgesamt aber eine Kapazität von 190.000 Stück zur Verfügung steht, könnte der Absatz beider Scheinwerfertypen, die in der Verpackungsvariante 2 verpackt werden, insgesamt um 55.000 Stück gesteigert werden.

Analog zu dem bisherigen Vorgehen (vgl. Tab. 5.15) lässt sich für diese Systemlast, wie für Variante 1, die Kostenverteilung ermitteln, da die Gesamtkosten nahezu konstant bleiben. Geringe Änderungen sind bei den Energiekosten zu erwarten, die je-

doch in erster Näherung vernachlässigt werden können. Auf eine detaillierte Darstellung der Berechnung wurde daher verzichtet und stattdessen direkt die resultierenden Prozesskostensätze in Tab. 5.17 abgebildet.

Tab. 5.17: Teilprozesskostensätze und Prozesskostensätze pro Stück bei den 2 Systemlast-Varianten /eigene Abbildung/

| | Variante 1 | | Variante 2 | |
|--|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | PKS VP 1 | PKS VP 2 | PKS VP 1 | PKS VP 2 |
| Systemlast | 85.000 Stck./a | 100.000 Stck./a | 50.000 Stck./a | 190.000 Stck./a |
| Vorgelagerter Prozess | 0,097417€ /Stck. | 0,085564 €/Stck. | 0,137489 €/Stck. | 0,055468 €/Stck. |
| Packmittel vorbereiten | 0,042206 €/Stck. | 0,056220 €/Stck. | 0,053300 €/Stck. | 0,039802 €/Stck. |
| Stoß- und Schwingungsschutz herbeiführen | 0,150674 €/Stck. | | 0,190281 €/Stck. | |
| Produkt einpacken | 0,044316 €/Stck. | 0,059031 €/Stck. | 0,055965 €/Stck. | 0,041792 €/Stck. |
| Inneneinrichtungen verwenden | 0,349210 €/Stck. | | 0,441005 €/Stck. | |
| Oberflächenschutz herstellen | | 0,070368 €/Stck. | | 0,049354 €/Stck. |
| Packmittel nachbereiten | 0,043171 €/Stck. | 0,051587 €/Stck. | 0,059885 €/Stck. | 0,034627 €/Stck. |
| Kennzeichnen | | 0,017428 €/Stck. | | 0,012339 €/Stck. |
| Packstück bereitstellen | 0,092431 €/Stck. | 0,123121 €/Stck. | 0,116727 €/Stck. | 0,087166 €/Stck. |
| Nachgelagerter Prozess | 0,103991 €/Stck. | 0,139097 €/Stck. | 0,145790 €/Stck. | 0,093368 €/Stck. |
| Gesamt-PKS | 0,923416 €/Stck. | 0,601759 €/Stck. | 1,200444 €/Stck. | 0,413916 €/Stck. |
| Materialkosten | 2,3513 €/Stck. | 1,865 €/Stck. | 2,3513 €/Stck. | 1,865 €/Stck. |
| Gesamtkosten der Verpackungen | 3,2743 €/Stck. | 2,467 €/Stck. | 3,551 €/Stck. | 2,279 €/Stck. |

a = Jahr PKS = Prozesskostensatz VP = Verpackung

In Tab. 5.17 sind für die einzelnen Teilprozesse und Varianten die Prozesskostensätze wiedergegeben. Beim Vergleich der Varianten zeigt sich, dass die Prozesskostensätze mit sinkender Stückzahl ansteigen und umgekehrt mit steigender Stückzahl sinken. Hierin besteht der Degressionseffekt, der mit Hilfe der traditionellen Vollkostenrechnung nicht erzielt wird, da die Kalkulationsobjekte dort unabhängig von der Ausbringungsmenge gleichmäßig mit Gemeinkosten belastet werden /Bra07, S. 117 ff./). Bei dieser exemplarischen Anwendung zeigt sich, dass z. B. der Prozesskostensatz beim Teilprozess „Oberflächenschutz herstellen“ von 0,070 €/Stck. bei der Variante 1 auf 0,049 €/Stck. bei Variante 2 sinkt. Dies entspricht einem Prozentsatz von 30,0 %, während gleichzeitig die Stückzahl um 90 % von 100.000 Stück auf 190.000 Stück steigt.

Umgekehrt steigt beim Teilprozess „Stoß- und Schwingungsschutz herbeiführen“ der Prozesskostensatz um 26,3 % von 0,1507 €/Stck. auf 0,1903 €/Stck., während die Stückzahl um 41 % von 85.000 Stück auf 50.000 Stück sinkt.

Das am Beispiel der Teilprozesse dargestellte Verhalten gilt analog für den Gesamt-Prozesskostensatz. Für die Verpackung 1 steigt er von 0,923 €/Stck. auf 1,20 €/Stck., bei Verpackung 2 sinkt er von 0,602 €/Stck. auf 0,414 €/Stck.

Wie die Rechnung zeigt, weisen die Prozesskostensätze, die für die Prozesskostenrechnung typischen degressiven Kostenverläufe auf (vgl. Tab. 5.18).

Tab. 5.18: Degressionsverhalten der zwei Verpackungen bei den unterschiedlichen Systemlasten /eigene Abbildung/

| | Variante 1 | | Variante 2 | |
|---------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| | Systemlast | Prozesskostensatz | Systemlast | Prozesskostensatz |
| Verpackung 1 | 85.000 Stck./Jahr | 0,92 €/Stck. | 50.000 Stck./Jahr | 1,20 €/Stck. |
| Verpackung 2 | 100.000 Stck./Jahr | 0,60 €/Stck. | 190.000 Stck./Jahr | 0,41 €/Stck. |

Da der bisherige Kunde im Normalfall keine höheren Preise akzeptieren wird, müsste das Unternehmen 50.000 Scheinwerfer in der Verpackungsvariante 1 zu dem alten Preis von 3,274 €/Stck. abrechnen, könnte jedoch gleichzeitig 190.000 Scheinwerfer in der Verpackungslösung 2 zu dem höheren Preis von 2,467 €/Stück in Rechnung stellen. Einem Verlust von 0,277 €/Stck. bei Verpackung 1 stünde ein Preisvorteil von 0,188 €/Stck. bei Verpackung 2 gegenüber.

Der Kunde würde 35.000 Scheinwerfer in der preiswerteren Verpackung 2 erhalten zum alten Preis von 2,467 €/Stck. und damit 28.256 € sparen, wenn alle Kostenvorteile an ihn weitergegeben werden.

Das Unternehmen selbst könnte unter Berücksichtigung der angenommenen, zu verpackenden Stückzahlen von 50.000 Stück bzw. 190.000 Stück durch die veränderte Kalkulationsmöglichkeit einen „Gewinn“ von 21.870 € verbuchen.

$50.000 \text{ Stck.} \times 0,277 \text{ €/Stck.} = 13.850,00 \text{ €}$ (Im Vergleich zu den berechneten Stückkosten entspricht dieser Betrag einem Verlust)

$190.000 \text{ Stck.} \times 0,188 \text{ €/Stck.} = 35.720,00 \text{ €}$ (Im Vergleich zu den ermittelten Stückkosten entspricht dieser Betrag einem Gewinn)

$35.720,00 \text{ €} - 13.850,00 \text{ €} = 21.870,00 \text{ €}$ „Gesamtgewinn“

Aus Vertriebs- bzw. Marketingsicht müsste das Unternehmen klären, ob der angenommene Anstieg in den Verpackungsmengen am Markt erreichbar erscheint und inwieweit der Kunde bereit ist, eine andere Verpackungslösung zu akzeptieren.

Mit Hilfe der Beispielrechnung konnte somit nachgewiesen werden, dass mit Hilfe des Prozesskostenmodells kostenintensive Teilprozesse identifiziert werden können und der Gewinn ermittelt werden kann, der durch die Optimierung erzielt werden kann.

6. Zusammenfassung und Ausblick

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde ein neuartiges, allgemeingültiges Prozesskostenmodell entwickelt, mit dem die Kosten manueller bis teilautomatisierter Verpackungs(teil)prozesse kalkuliert werden können. Die Neuartigkeit des Modells impliziert im Wesentlichen zwei Problemkreise, die zu lösen waren: zum einen musste eine bislang nicht vorliegende detaillierte Analyse der oben genannten Prozesse inklusive der Ermittlung der jeweiligen Prozesszeiten vorgenommen werden, zum anderen zeigte sich, dass es für den Verpackungsprozess eine angepasste Berechnungssystematik zu entwickeln galt, die eine verursachungsgerechte Verteilung der Kosten auf einzelne Verpackungsteilprozesse und damit auf die Produkte sicherstellt.

Basierend auf der allgemeinen Beschreibung der Verpackungsabläufe sowie der Gestaltungsmerkmale manueller Verpackungsarbeitsplätze, der dort einsetzbaren technischen Hilfs- und Betriebsmittel sowie der marktgängigsten Pack- und Packhilfsmittel (vgl. Kap. 2) wurden in einem ersten Arbeitsschritt die wichtigsten in der Literatur beschriebenen Ansätze des Gemeinkostenmanagements dargestellt und bezüglich ihrer Einsatzfähigkeit für die Kalkulation manueller Verpackungsprozesse analysiert (vgl. Kap. 3). Dabei stellte sich heraus, dass sowohl die herkömmliche Prozesskostenrechnung, die ressourcenorientierte Prozesskostenrechnung als auch die ressourcenorientierte Prozesskettenanalyse jede für sich genommen nur bedingt für den oben genannten Kalkulationszweck eingesetzt werden können (vgl. Kap. 3.3). Aus diesem Grund wurde ein neues an die Problematik angepasstes Prozesskostenmodell entwickelt, welches die hier jeweils anwendbaren Teilbereiche aus allen drei bisherigen Ansätzen vereint.

Als Grundlage für die Entwicklung dieses neuen Prozesskostenmodells wurde mit Hilfe des Prozesskettenmanagements ein allgemeines, dreistufiges Referenzmodell für manuelle Verpackungsarbeitsplätze erstellt, welches die Rahmenbedingungen und damit den Gültigkeitsbereich für das neue Prozesskostenmodell angibt. Im Rahmen dieses Modells wurden nach dem Prinzip „bottom-up“ die Tätigkeiten zu Teilprozessen und schließlich zu dem Hauptprozess „Verpacken“ zusammengefasst (vgl. Kap. 4.2.1). Für die Haupt- und Teilprozesse wurden dann die Einflussfaktoren der

Kostenentstehung, die Cost Driver ermittelt und die prozessorientierte Sichtweise mit der ressourcenorientierten verknüpft, um einen ganzheitlichen Ansatz zu ermöglichen. Dabei ergibt sich die Problematik, dass nicht alle Ressourcen direkt den Teilprozessen zugeordnet werden können. Für deren weitere Verteilung wurde prinzipiell die klassische Vorgehensweise angewendet, die nicht zuzurechnenden Ressourcen proportional zu der Ressource Personal und somit anhand der Ausführungszeiten zu verteilen (vgl. Kap. 4.2.2).

In den nächsten Schritten wurden die für das Prozesskostenmodell relevanten Kostenarten ermittelt (vgl. Kap. 4.3) und die Zuordnung der Kosten zu den Ressourcen vorgenommen (vgl. Kap. 4.4). Im Anschluss an die Beschreibung der grundsätzlichen Vorgehensweise zur Ermittlung der Tätigkeitszeiten wurden in Kap. 4.5 die signifikanten Einflussgrößen ermittelt, die für die einzelnen Tätigkeiten zeitbestimmend sind. Darauf aufbauend wurden die Formeln für die Bestimmung der Tätigkeitszeiten mit Hilfe des MTM-Verfahrens entwickelt und die Zeiten entsprechend berechnet.

Im Zuge der Entwicklung des Prozesskostenmodells wurde eine in den existierenden Berechnungsmodellen nicht selbstverständliche Differenzierung der Kostenzuordnung nach Produktarten und Teilprozessen vorgenommen, welche zu einem sehr viel komplexeren Rechenalgorithmus führte, der aber auf die einfache Vorgehensweise im Rahmen der traditionellen Prozesskostenrechnung aufbaut. Die Äquivalenz beider Formeln konnte durch Deduktion des komplexen Rechenalgorithmus für den einfachen Fall nachgewiesen werden (vgl. Kap. 4.6).

Durch die weitreichenden Änderungen, die mit dem neuen Modell verbunden sind, insbesondere der Ermittlung der Prozesse mit den Prozesszeiten sowie der Kostenkalkulation mittels angepasster Prozesskostenrechnung ist eine Validierung der Ergebnisse in der Praxis zwingend notwendig. Daher wurde zum Abschluss die Anwendung des Prozesskostenmodells bei einem in Bayern ansässigen Automobilzulieferer (vgl. Kap. 5.1) und einem Logistikdienstleister eines Automobilzulieferbetriebs in Ostwestfalen (vgl. Kap. 5.2) getestet. Hierbei erfolgte die Überprüfung in zwei Schritten, zunächst wurden die prozesstechnische Kongruenz der Modellvorhersagen und dann die kostentheoretische Zuordnung mit daraus entwickelnden Optimierungs-

potenzialen mit der Praxis verglichen. Im Zuge des bei dem erstgenannten Unternehmen durchgeführten Vergleichs der kalkulierten Zeiten mit den in der Praxis ermittelten, zeigten sich in Bezug auf den Gesamtprozess nur geringe Abweichungen. Mit Hilfe des neu entwickelten Prozesskostenmodells ist es somit möglich, Verpackungsprozesse realitätsgetreu abzubilden und eine verursachungsgerechte Kostenverteilung vorzunehmen, da die Kosten proportional zum Zeitbedarf der Prozesse verteilt werden.

Bei der exemplarischen Umsetzung des Prozesskostenmodells im zweiten Unternehmen konnten durch die Berechnung der Prozesskostensätze mit unterschiedlicher Systemlast, auch beim neuen Prozesskostenmodell die charakteristischen Eigenschaften der Prozesskostenrechnung nachgewiesen werden. Auf diese Weise ist einerseits die Vergleichbarkeit des neuen Modells mit den traditionellen Arten der Prozesskostenrechnung nachgewiesen, andererseits gezeigt, dass eine detaillierte Kalkulation einzelner Verpackungsaufträge mit einem Produktmix möglich ist. Mit Hilfe des speziell für manuelle Verpackungsarbeitsplätze neu entwickelten Prozesskostenmodells kann somit vermieden werden, dass Produkte mit großer Verpackungsmenge mit den gleichen Verpackungskosten belegt werden, wie Packgüter, die in kleiner Stückzahl verpackt werden. Darüber hinaus konnten mit dem Modell erstmals zeitaufwendige und damit kostenintensive Teilprozesse ermittelt werden. Durch die Implementierung des neuen Prozesskostenmodells können somit Schwachstellen von Verpackungsprozessen frühzeitig erkannt und beseitigt werden.

Gegenüber den bisherigen Ansätzen bietet das neue Modell die Möglichkeit, neben den lmi-Prozesskostensätzen auch die gesamten Kosten umfassenden (lmi- und lmn)-Prozesskostensätze zu ermitteln und zu betrachten. Diese wurden im Rahmen der beiden exemplarischen Umsetzungen darüber hinaus berechnet und ins Verhältnis zu den Materialkosten gesetzt und diskutiert. Ausgehend von einem unveränderten Beschäftigungsgrad des Personals wurden weiterhin beim zweiten Beispiel zwei Verpackungsvarianten kostenmäßig bewertet und Optimierungsmöglichkeiten, die einhergehen mit einer erhöhten Ausbringungsmenge, aufgezeigt. In einem weiteren Schritt wurde gezeigt, wie mit Hilfe des neuen Modells eine Verteilung der Ausbringungsmenge auf Verpackungsvarianten mit dem Ziel der Gewinnmaximierung vorgenommen werden kann.

Auf dem Weg zu einer rechnergestützten Prozesskostenrechnung im Verpackungsbereich wurde mit dem erstellten Datenbankprogramm (vgl. /Dze03/) insbesondere der darin implementierten Ermittlung der Verpackungsteilprozesszeiten ein erster Lösungsansatz entwickelt. Dieser beinhaltet jedoch konkret nur die Abläufe am Verpackungsarbeitsplatz. Für eine weitere Anwendung der Prozesskostenrechnung im Verpackungsbereich unter Nutzung der in den Unternehmen durchgeführten Kostenstellenrechnung sind insbesondere zwei Weiterentwicklungen notwendig.

Zum einen sollte das Datenbankprogramm in einem nächsten Schritt mit dem in dieser Arbeit entworfenen, komplexen Prozesskostenmodell verknüpft werden.

Hierzu ist es erforderlich, den komplizierten Rechenalgorithmus, der dem entwickelten Prozesskostenmodell zugrunde liegt, in das bestehende Softwaretool zu integrieren. Damit können die bislang nur manuell vorgenommenen Zuordnungen und Rechenoperationen zur Prozesskostenrechnung über das Programm gesteuert werden. Zu den dafür notwendigen Erweiterungen zählen vor allen Dingen:

- die Erweiterung der Software im Hinblick auf die gleichzeitige Kalkulation mehrerer Produkte (Verpackungen) in einem Produktmix und
- die automatische Berücksichtigung von direkt zurechenbaren Ressourcen bzw. Kosten zu Produkten und Teilprozessen mit einer ggf. manuellen Korrekturmöglichkeit.

Hierbei sollten die Einschränkungen bezüglich des Arbeitssystems zusätzlich minimiert werden, um die universelle Gebrauchstauglichkeit der Software weiter zu erhöhen.

Zum anderen ist es notwendig, in einem zweiten Schritt die vor- und nachgelagerten Prozesse, die in der Arbeit nur manuell erfasst wurden, in das Datenbankprogramm zu integrieren.

Nach Berücksichtigung dieser Gesichtspunkte würde den Unternehmen ein noch wirksameres Tool zur Verfügung stehen, in dem alle entscheidungsrelevanten Kosten, die mit dem kompletten Verpackungsprozess einschließlich der vor- und nachgelagerten Prozesse verbunden sind, einfach und ohne Expertenwissen computergestützt kalkuliert werden können.

7. Literaturverzeichnis

- /ASSCO95/ **Association Européenne des Fabricants de Caisses en Carton**, 1995.
- /Ari05/ **Aring, L.**
Konzeption und Konstruktion eines
Verpackungsarbeitsplatzes, Diplomarbeit, Fachhochschule
Osnabrück, Labor für Materialfluss, Prof. Dr. Ing. H.-J. Vogt/
Prof. Dr. Ing. E. Wißerodt, 2005.
- /Bec93/ **Becks, C.**
Investitionsarme Rationalisierung mit MTM. In: VDI (Hrsg.):
Management in der Rezession - Chancen, Vorgehen,
Ergebnisse, VDI-Verlag, Düsseldorf 1993, S. 257 - 288.
- /Bec98/ **Becks, C.**
MTM - Werkzeug zur Gestaltung und Quantifizierung von
Montageprozessen. In: Seminarbericht 36. Moderne
Methoden zur Montageplanung: Schlüssel für eine effiziente
Produktion, Institut für Werkzeugmaschinen und
Betriebswissenschaft, Herbert Utz Verlag, München 1998,
S. 2 -1 und 2 - 24.
- /Bie90/ **Biel, A.**
Anwendung der Prozesskostenrechnung. In: Controller
Magazin, 15. Jg. 1991, S. 85 - 90.
- /Ble03/ **Bleisch, G. / Goldhahn, H. / Schrickner, G.**
Lexikon der Verpackungstechnik, 1. Aufl., Behr Verlag,
Hamburg 2003.
- /Bok06/ **Bokranz, R. / Landau, K.**
Produktivitätsmanagement von Arbeitssystemen -
MTM-Handbuch
Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart 2006.
- /Bma81/ **Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung**
Gesundheitsgefährdung beim Heben und Tragen von Lasten.
Bundesarbeitsblatt 11, 1981.
- /Bra99/ **Braun, S.**
Die Prozesskostenrechnung: Ein fortschrittliches
Kostenrechnungssystem? 3. überarbeitete Aufl., Verlag
Wissenschaft und Praxis, Berlin 1999.

- /Bra07/ **Braun, S.**
Die Prozesskostenrechnung: Ein fortschrittliches Kostenrechnungssystem? 4. überarbeitete Aufl., Verlag Wissenschaft und Praxis, Berlin 2007.
- /Coe91/ **Coenenberg, A. G.**
Prozesskostenrechnung - Strategische Neuorientierung in der Kostenrechnung. In: Die Betriebswirtschaft, 1991, S. 21 - 38.
- /Coe92/ **Coenenberg, A. G.**
Kostenrechnung und Kostenanalyse, Landsberg am Lech 1992.
- /Coe99/ **Coenenberg, A. G.**
Kostenrechnung und Kostenanalyse, 4. Aufl., Landsberg am Lech 1999, S. 220 - 244.
- /Coe02/ **Coenenberg, A. G.**
Anwendung der Prozesskostenrechnung im Dienstleistungsbereich - Fallbeispiel Logistik. In: Albach, H. / Kaluza, B. / Kersten, W. (Hrsg.): Wertschöpfungsmanagement als Kernkompetenz, Gabler Verlag, Wiesbaden 2002, S. 493 - 526.
- /Coo88/ **Cooper, R. / Kaplan, R.**
Profit Priorities from Activity-Based Costing. In: Harvard Business Review, 66. Jg., Heft 5, 1988, S. 96 - 103.
- /Coo89a/ **Cooper, R.**
The Rise of Activity-Based Costing - Part Three: How Many Cost Drivers Do You Need, and How Do You Select Them? In: Journal of Cost Management for the Manufacturing Industry, 3. Jg., 1989, H. 1, S. 34 - 46.
- /Coo90/ **Cooper, R.**
Activity-Based Costing - Einführung von Systemen des Activity-Based Costing. In: Kostenrechnungspraxis, 34. Jg., Heft 6, 1990, S. 345 - 351.
- /Coo90a/ **Cooper, R.**
Activity-Based Costing - Wann brauche ich ein Activity Cost System und welche Kostentreiber sind notwendig? In: Kostenrechnungspraxis, Jg. 1990, S. 271 - 279.
- /Coo91/ **Cooper, R. / Kaplan, R.**
Measure Costs Right: Make the Right Decisions. In: Harvard Business Review, 69. Jg., Heft 3, 1991, S. 130 - 135.

- /Del03/ **Delfmann, W. / Reihlen, M.**
Controlling von Logistikprozessen - Analyse und Bewertung
logistischer Leistungen, Schaeffer-Poeschel Verlag,
Stuttgart 2003.
- /Die98/ **Dietrich, E. / Schulze, A.**
Statistische Verfahren zur Qualifikation von Messmitteln,
Maschinen und Prozessen. 3. Aufl., Hansen Verlag, München,
Wien 1998.
- /DIN33402-2/ **DIN 33402 Teil 2**
Körpermaße des Menschen, Teil 2 Ergonomie,
Beuth-Verlag GmbH, Berlin 2005.
- /DIN55405/ **DIN 55405**
Verpackung, Terminologie, Begriffe, Beuth-Verlag GmbH,
Berlin 2006.
- /DIN55474/ **DIN 55474**
Packhilfsmittel - Trockenmittelbeutel - Anwendung,
Berechnung der erforderlichen Anzahl Trockenmitteleinheiten,
Beuth-Verlag GmbH, Berlin 1997.
- /DIN30781/ **DIN 30781**
Transportkette; Grundbegriffe, Beuth-Verlag GmbH, Berlin
1989.
- /DINEN415/ **DIN EN 415**
Sicherheit von Verpackungsmaschinen
Teil 1: Terminologie und Klassifikation von Bezeichnungen für
Verpackungsmaschinen und zugehörige Ausrüstungen,
Beuth-Verlag GmbH, Berlin 2000.
- /DINENISO 14738/ **DIN EN ISO 14738**
Sicherheit von Maschinen - Anthropometrische Anforderungen
an die Gestaltung von Maschinenarbeitsplätzen, Beuth-Verlag
GmbH, Berlin 2005.
- /Dör02/ **Dörrie, U. / Preißler, P.**
Grundlagen Kosten- und Leistungsrechnung
R. Oldenbourg Verlag München, Wien 2002.
- /Dze03/ **Dzeik, V. / Picker, C.**
Kalkulation von Verpackungskosten in der Phase der
Packmittel- und Produktentwicklung, Schlussbericht zum AiF-
Projekt Nr. 12834 N, Dortmund 2003.

- /Eve95/ **Eversheim, W.**
Prozessorientierte Unternehmensorganisation: Konzepte und Methoden zur Gestaltung „schlanker“ Organisationen, Berlin 1995.
- /Fan04/ **Fandel, G. et al**
Kostenrechnung, Springer Verlag, Berlin 2004.
- /Flo00/ **Floeck, S.**
Parametrisiertes Prozesskostenmodell für die Planung und den Betrieb von Produktionssystemen, Diss. Dortmund 2000.
- /Fra90/ **Franz, K.-P.**
Die Prozesskostenrechnung – Darstellung und Vergleich mit der Plankosten- und Deckungsbeitragsrechnung. In: Ahlert, F. / Franz, K.-P., Göppl, H. (Hrsg.): Finanz- und Rechnungswesen als Führungsinstrument, Gabler Verlag, Wiesbaden 1990, S. 109 - 136.
- /Fri91/ **Friedl, B.**
Struktur und Funktion der Prozesskostenrechnung, Forschungsabteilung für Industriebetriebswirtschaft, Arbeitsbericht 20 / 1991, Tübingen, September 1991, S. 1 - 64.
- /Frö92/ **Fröhling, O. / Krause, H.**
DV-gestützte Prozesskostenrechnung - Integrationsaspekte und Umsetzung auf Standard-Softwarebasis. In: Männel, W. (Hrsg.): Handbuch der Kostenrechnung, Wiesbaden, 1992, S. 384 - 394.
- /Frö92a/ **Fröhling, O.**
Thesen zur Prozesskostenrechnung. In: Zeitschrift für Betriebswirtschaft, 62. Jahrgang, Heft 7, 1992, S. 723 - 741.
- /Frö94/ **Fröhling, O.**
Dynamisches Kostenmanagement, München 1994.
- /Fuc04/ **Fuchs, F.**
Entwicklung eines Werkzeugs zur ressourcenorientierten Prozesskostenrechnung für die Logistik, Verlag Praxiswissen, Dortmund 2004.
- /Ger05/ **Gericke, J.**
Unterstützung von Logistik-Outsourcing-Entscheidungen in mittelständisch strukturierten Unternehmen, Diss. Dortmund 2005.

- /Grü04/ **Grünz, L. / Nave, M.**
Untersuchung und Bewertung von Fehlern in der Materialbereitstellung hinsichtlich Zeiten, Kosten und Fehlerrisiko, Schlussbericht zu dem AIF-Projekt Nr. 13946 N, Dortmund 2004.
- /Göl05/ **Gölz, A.**
Studie: Verwaltungen im Umbruch - Strategien zur Verwaltungsmodernisierung, Fraunhofer-Institut für Arbeitswissenschaft und Organisation (IAO), Stuttgart 2005.
- /Got97/ **Gottfried, H. / Kaßmann M.**
Einsatz von Verpackungspolstern. In: Fraunhofer Gesellschaft e. V.: Verpackungstechnik - Mittel - und Methoden zur Lösung der Verpackungsaufgabe, Hüthig Verlag, Heidelberg, 1997, S. 1 - 20.
- /Gro84/ **Großeschallau, W.**
Materialflussrechnung, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokio 1984.
- /Gud99/ **Gudehus, T.**
Logistik - Grundlagen, Strategien, Anwendungen, Springer Verlag, Berlin 1999.
- /Har88/ **Harsch, W.**
Manuelle Verpackungsarbeitssysteme: Gestaltung und Bewertung, Verl. TÜV Rheinland, Köln 1988.
- /Har90/ **Harsch, W. / Wichmann. A.**
Manuelle Verpackungsarbeitssysteme: Gestaltungshilfen und Beispiele, Band 2, Verl. TÜV Rheinland, Köln 1990.
- /Har90a/ **Harsch, W. / Wichmann A.**
Manuelle Verpackungsarbeitssysteme: Planungsleitfaden, Band 3, Verl. TÜV Rheinland, Köln 1990.
- /Har95/ **Hardt, R.**
Logistik-Controlling für industrielle Produktionsbetriebe auf Basis der Prozesskostenrechnung am Beispiel des Werkes Hamburg der Mercedes-Benz AG. In: Kostenrechnungspraxis, 1995, Heft 4, S. 199 - 205.
- /Hei91/ **Heinen, E.**
Industriebetriebslehre – Entscheidungen im Industriebetrieb, 9. vollständig überarbeitete und erweiterte Aufl., Gabler Verlag, Wiesbaden 1991.

- /Hein97/ **Heinz, K. / Jehle, E.**
Prozesskostenrechnung für die Logistik kleiner und mittlerer Unternehmen, Verlag Praxiswissen, Dortmund 1997.
- /Hen96/ **Henning, J.**
Geräte und Hilfsmittel, In: Fraunhofer Gesellschaft e. V.: Verpackungstechnik - Mittel - und Methoden zur Lösung der Verpackungsaufgabe, Hüthig Verlag, Heidelberg, 1996, S. 18.
- /Het80/ **Hettinger, T. / Kaminsky, G. / Schmale H.**
Ergonomie am Arbeitsplatz, 2. Aufl., Ludwigshafen, 1980.
- /Het87/ **Hettinger, T. / Averkamp, Ch. / Müller, B. H.**
Pack- und Sortierplätze, Beuth-Verlag GmbH, Berlin 1987.
- /Hor89/ **Horváth, P. / Mayer, R.**
Prozesskostenrechnung - Der neue Weg zu mehr Kostentransparenz und wirkungsvolleren Unternehmensstrategien. In: Controlling, 1. Jg. 1989, H. 4, S. 214 - 219.
- /Hor90/ **Horváth, P. / Renner, A.**
Prozesskostenrechnung - Konzept -Realisierungsschritte und erste Erfahrungen. In: Fortschrittliche Betriebsführung / Industrial Engineering, 39. Jahrgang, Heft 3, 1990, S. 100 - 107.
- /Hor93/ **Horváth, P. / Mayer R.**
Prozesskostenrechnung - Konzeption und Entwicklungen. In: krp Sonderheft 2/93, S. 15 - 28.
- /Hor93a/ **Horváth, P. / Kieninger, M. / Mayer, R. / Schimank, C.**
Prozesskostenrechnung - oder wie die Praxis die Theorie überholt - Kritik und Gegenkritik. In: DBW 53. Jg. (5/1993), S. 609 - 628.
- /Hor05/ **Horváth & Partners**
Studie: „Unternehmenssteuerung von Versicherungen in Zeiten von IFRS und Solvency II“, München 2005.
- /Ifa77/ **IfaA**
Taschenbuch der Arbeitsgestaltung, Institut für angewandte Arbeitswissenschaft, Verlag J. P. Bachem, Köln, 1977.
- /Jan97/ **Jansen, R. (Hrsg.): Colditz, N. / Sowa, T.**
Marktreport Mehrweg-Transportverpackung, Deutscher Fachverlag, Frankfurt, 1997.

- /Jeh97/ **Jehle, E. / Wieseahn, A. / Willeke, M.**
Ansätze des prozessorientierten Gemeinkostenmanagements.
In: Kostenrechnung: Stand- und Entwicklungsperspektiven,
Hrsg: Männel, W., Gabler Verlag, Wiesbaden 1997, S. 271 -
296.
- /Jei95/ **Jeiter, V. / Serfling, K.**
Gemeinkostencontrolling in Dienstleistungsbetrieben auf Basis
der Prozesskostenrechnung. In: Kostenrechnungspraxis,
o. Jg., 1995, Heft 6, S. 321 - 329.
- /Joh87/ **Johnson, H. T. / Kaplan, R. S.**
Relevance Lost - The Rise and Fall of Management Ac-
counting. Boston (Massachusetts) 1987.
- /Jün99/ **Jünemann, R. / Schmidt, T.**
Materialflusssysteme - Systemtechnische Grundlagen,
2. Aufl., Materialflussrechnung, Springer-Verlag, Berlin,
Heidelberg, New York, Tokio 1999.
- /Kai95/ **Kaiser, A.**
Integriertes Variantenmanagement mit Hilfe der
Prozesskostenrechnung, Diss. St. Gallen, 1995.
- /Kap84/ **Kaplan, R.**
The Evolution of Management Accounting. In: The Accounting
Review, 59. Jg. 1984, S. 390 - 418.
- /Kib97/ **Kibler, S., E.**
Returnable/Reusable Logistical Packaging: A Decision
Support Framework and Modular Furniture Case Study, Diss.
Michigan State University, Michigan, 1997.
- /Kil88/ **Kilger, W.**
Flexible Plankostenrechnung und Deckungsbeitragsrechnung,
9. Aufl., Gabler Verlag, Wiesbaden 1988.
- /Kil93/ **Kilger, W.**
Flexible Plankostenrechnung und Deckungsbeitragsrechnung,
10. vollst. von K. Vikas überarbeitete u. erweiterte Aufl.,
Gabler Verlag, Wiesbaden 1993.
- /Kin03/ **Kinkel, S. / Jung Erceg P. / Lay, G.**
Controlling produktbegleitender Dienstleistungen - Methoden
und Praxisbeispiele zur Kosten- und Erlössteuerung, Physica
Verlag, Heidelberg 2003.

- /Koe01/ **Koether, R. / Kurz, B. / Seidel, U. A. / Weber, F.**
Betriebsstättenplanung und Ergonomie, Planung von Arbeitssystemen, Hanser Verlag, München, Wien 2001.
- /Klo92/ **Kloock, J.**
Prozeßkostenrechnung als Rückschritt und Fortschritt der Kostenrechnung (Teil 1). In: Kostenrechnungspraxis, 36. Jahrgang, Heft 4, 1992, S. 183 - 193.
- /Kol85/ **Koller, R.**
Konstruktionslehre für den Maschinenbau. 2. Aufl., Springer Verlag, Berlin 1985.
- /Kro94/ **Krottmaier, J.**
Versuchsplanung: Ein integraler Bestandteil der TQM-Strategie, 3. Aufl., Zürich: Industrielle Organisation, TÜV Rheinland, Köln 1994.
- /Kuh95/ **Kuhn, A.**
Prozesskostenrechnung in der Logistik: Entwicklungstrends und Umsetzungsstrategien, Verlag Praxiswissen, Dortmund 1995.
- /Kuh96/ **Kuhn, A. / Manthey, C.**
Kosten- und Leistungstransparenz durch die ressourcenorientierte Prozesskettenanalyse. In: Kostenrechnungspraxis, 40. Jahrgang, Heft 3, 1996, S. 129 - 138.
- /Küt93/ **Küting, K. H. / Lorson, P.**
Überblick über die Prozesskostenrechnung - Stand-Entwicklungen und Grenzen. In : krp, Sonderheft 2, 1993, S. 29 - 35.
- /LVBG03/ **LVBG – Landesverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Bayern und Sachsen**
Fachinformationsfolien : Ergonomie am Arbeitsplatz, 2003.
- /Lan98/ **Lange, V.**
Integration und Implementierung von Mehrweg-Transport-Verpackungssystemen in bestehende Logistikstrukturen, Verlag Praxiswissen, Dortmund 1998.
- /Lan07/ **Lange, V.**
Prozesskostenrechnung in Verpackungssystemen, Information zum Leistungsangebot des Fraunhofer-Instituts für Materialflusstechnik und Logistik (IML) auf der Homepage des IML, Dortmund 2007.

- /Lav95/ **Laverentz, K.**
Logistik-Controlling im Brennpunkt. In: Zeitschrift für Logistik, 3/1995, S. 25 - 30.
- /Löc07/ **Löcker, M.**
Integration der Prozesskostenrechnung in ein ganzheitliches Prozess- und Kostenmanagement, Logos Verlag, Berlin 2007.
- /Män94/ **Männel, W.**
Bedeutsame Aufgabenfelder des Kostenmanagements: In krp, 3, 1994, S. 201 - 204.
- /Mat04/ **Matthes, S.**
Prozesse, Prozesskostenrechnung - Gerechte Rechnung. In: Logistik Heute, Vol. 26/2004, S. 30 - 31.
- /May91/ **Mayer, R. / Glaser H.**
Die Prozesskostenrechnung als Controllinginstrument, Pro und Contra. In: Controlling, H. 3, Mai/Juni, 1991, S. 296 - 303.
- /May98/ **Mayer, R.**
Prozesskostenrechnung - State of the Art. In: Horváth, P.: Prozessmanagement, 2. völlig neubearbeitete Aufl., Stuttgart 1998, S. 3 - 27.
- /Mes03/ **Mesenhöller, E.**
Methoden der Zeitdatenermittlung. In: Unternehmensberatung Krämer & Partner GmbH: Millionen schlummern in den Unternehmen – Erfolgspotenziale des modernen Zeit-Managements, Neppe Druckhaus, Hainburg 2003, S. 141 - 157.
- /Mic04/ **Michel, R. / Torspecken, H.-D. / Jandt, J.**
Neuere Formen der Kostenrechnung mit Prozesskostenrechnung, Kostenrechnung 2, 5. Aufl., Hanser Verlag, Wien, München 2004.
- /Mil85/ **Miller, J. G. / Vollmann, T. E.**
The hidden factory. In: Harvard Business Review, Volume 63, 1985, H. 5, S. 142- 150.
- /Mön97/ **Möning, M. / Schütze, A. / Willeke, M.**
Einführung der Prozesskostenrechnung in der Westfalia Landtechnik GmbH. In: Kostenrechnungspraxis: 41. Jahrgang, Heft 2, 1997, S. 107 - 112.

- /Mül98/ **Müller, A.**
Gemeinkosten-Management: Vorteile der Prozesskostenrechnung, 2. vollständig überarbeitete und erweiterte Aufl., Gabler Verlag, Wiesbaden 1998.
- /Nit99/ **Nitschke, F.**
Markt- und prozessorientiertes Kostenmanagement von Entwicklungsvorhaben im Automobilbau, Kovác Verlag, Hamburg 1999.
- /Nau04/ **Naumann, U.**
Studienunterlagen zum Lehrgebiet 11.2, Grundsätze der Einrichtung von Bibliotheksarbeitsplätzen, 2004.
- /NN02/ **N. N.**
Firmeninformationen der Mouser Electronics, Electronic Components, Mansfield Texas, www. Mouser.com, 2002.
- /NN03/ **N. N.**
Informationen der Firma Magna Donnelly GmbH & Co KG (Autospiegelhersteller), Dorfprozelten 2005.
- /NN05a/ **N. N.**
MTM-Standard-Daten „Fördern und Lagern“ / MTMB Lehrgangsunterlage MTM, Deutsche MTM-Vereinigung e.V., Hamburg 2005.
- /NN05b/ **N. N.**
Verpackungshandbuch BMW, Vorschrift Schachteln, Kap. 9.6.2, Sep. 2005.
- /NN05c/ **N. N.**
Packaging line types (1), OMAC, OMAC`s Effort to standardize Packaging Machinery Automation, Shelton Wright, University of Florida, Rexroth-Bosch, Procter & Gamble, Beckhoff GmbH, Packaging Science Program, March 2005.
- /NN05d/ **N. N.**
Firmeninformationen des Otto Versands, Einzelhandel, Versandzentrum Haldensleben, 2005.
- /NN05e/ **N. N.**
Firmeninformationen von Storopack, Hersteller pharmazeutischer Produkte, 2005.

- /NN05f/ **N. N.**
Otto Versand, Versandzentrum, Hamburg Bramfeld, 2005.
- /NN05g/ **N. N.**
Firmeninformation der Firma Metabo/Viastore, Nuertingen, 2005.
- /NN05h/ **N. N.**
Firmeninformation der Firma Prolog, Wuppertal, 2005.
- /NN05i/ **N. N.**
Firmeninformation der Firma Normpack, Vollautomatische Endverpackungssysteme, Küssaberg, 2005.
- /NN05j/ **N. N.**
Firmeninformationen Knapp Logistik, Hart bei Graz, 2005.
www.knapp.com
- /NN06/ **N. N.**
<http://www.neue-verpackung.de/product/012005003/2dc27ff1446.html>,
03/2006.
- /NN06a/ **N. N.**
Informationen der Firma Hella Distribution GmbH (HD),
Erwitte 2006.
- /NN06b/ **N. N.**
Herstellerinformationen der Firma Brangs & Heinrich, Solingen
2006.
- /NN06c/ **N. N.**
Herstellerinformationen der Homepage der Firma
Laeisz & Lüders GmbH Verpackungsmaschinen, Hamburg
2006.
- /NN06d/ **N. N.**
Herstellerinformationen der Homepage der Firma
ALFOTEC GmbH, Alles für die Fördertechnik,
Wermelskirchen 2006.
- /NN06e/ **N. N.**
Firmenprospekt und Informationen der Homepage der Firma
Ratioform Verpackungsmittel Wester GmbH, Köln 2006.
- /NN06f/ **N. N.**
Firmenprospekt und Informationen der Homepage der Firma
Moderne Verpackung, Carl. Bernh. Hoffmann, Wetter 2006.

- /NN06g/ **N. N.**
<http://www.stromauskunft.de/index.php?phpurl=stromrechner.php&customer=busi>, 10.02.2006.
- /NN06h/ **N. H.**
Firmenprospekt Sammelpacker, Ishida Verpackungssystem, ww.ishida.de, 15.02.2006.
- /NN06i/ **N. H.**
Firmenprospekt der Vacuumbrand GmbH & Co KG, Wertheim, 2006.
- /NN06j/ **N. N.**
Firmeninformation der Löffler Verpackungstechnik, Böblingen, 2006.
- /NN06k/ **N. N.**
Firmenprospekt der Cisco Eagle, Dallas, USA, 2006.
- /NN06l/ **N. N.**
Firmeninformation der Lohnverpacker Lebenshilfe Schweinfurt, 2006.
- /NN06m/ **N. N.**
Firmeninformation der Lohnverpacker Mühle Verpackungs- und Dienstleistungs GmbH, Oberhausen, 2006.
- /NN06n/ **N. N.**
Firmeninformation der Lufapack GmbH, Montage, Verpacken, Logistik, Neuwied, 2006.
- /NN06o/ **N. N.**
Firmeninformation der Soco System GmbH, Oberhausen, 2006.
- /NN06p/ **N. N.**
Firmeninformation der Firma Marker's Mark Distillery, Loretto, KY 40 057, Burks Spring Rd. USA, 2006.
- /NN06q/ **N. N.**
Firmeninformation der Firma Hildebrandt GmbH, Papier, Pappen, Verpackungen, Henstedt – Ulzburg /Bönen, [www. Hildebrandt.de](http://www.Hildebrandt.de), 2006.
- /NN06r/ **N. N.**
Firmenbroschüre Viastore Systems GmbH, Effiziente Automatisierung für kleine Läger, www.viastore.com, 2006.

- /NN06s/ **N. N.**
<http://www.heizoelboerse.de/de/cal/rechnen.php3>, 20.02.2006
- /NN07/ **N. N.**
Firmeninformation der Firma „The Whisky Store, Seehaupt, 2007.
- /NN07a/ **N. N.**
Firmeninformation der Firma OPAL Associates GmbH , Konstanz, 2007.
- /NN07b/ **N. H.**
Firmeninformation der Firma Bluhm Systeme, Unkel/Rhein, 2007.
- /NN07c/ **N. H.**
Evangelisches Perhtes-Werk e. V., Soest, 2007.
- /NN07d/ **N. N.**
Claas KGaA mbH, Hamm, 2007.
- /Noc03/ **Noche, B.**
Vergleich von Distributionssystemen unter dynamischen Gesichtspunkten durch Anwendung der Simulationstechnik, whitepaper 60, Universität Duisburg-Essen, 2003.
- /Pfo91/ **Pfohl H. C. / Stölzle, W.**
Anwendungsbedingungen, Verfahren und Beurteilung der Prozesskostenrechnung in industriellen Unternehmen. In: Zeitschrift für Betriebswirtschaft, 61. Jg., 1991, Heft 11, S. 1281 - 1305.
- /Pie94/ **Pielok, T.**
Was kosten Leistungen ihrer Geschäftsprozesse? In: Der Betriebswirt, 33. Jahrgang, Heft 1, 1994, S. 14 - 19.
- /Ref97/ **REFA (Hrsg.)**
Methodenlehre der Betriebsorganisation, Teil 3: Datenermittlung, Hanser Verlag, München, Wien 1997.
- /Rei95/ **Reichmann, T.**
Controlling mit Kennzahlen und Managementberichten: Grundlagen einer systemgestützten Controlling-Konzeption, 4. Aufl., München 1995.
- /Rei97/ **Reichmann, T.**
Controlling mit Kennzahlen und Managementberichten. 5. Aufl., Vahlen Verlag, Wiesbaden 1997.

- /Rem97/ **Remer, D.**
Einführen der Prozesskostenrechnung,
Grundlagen Methodik, Einführung und Anwendung der
verursachungsgerechten Gemeinkostenzurechnung,
Schaeffer-Poeschel Verlag, Stuttgart 1997.
- /Rem05/ **Remer, D.**
Einführen der Prozesskostenrechnung,
Grundlagen Methodik, Einführung und Anwendung der
verursachungsgerechten Gemeinkostenzurechnung, 2. Aufl.,
Schaeffer-Poeschel Verlag, Stuttgart 2005.
- /Ren91/ **Renner, A.**
Kostenorientierte Produktionssteuerung: Anwendung der
Prozesskostenrechnung in einem datenbankgestützten Modell
für flexibel automatisierte Produktionssysteme, München
1991.
- /Ric94/ **Richtlinie 94/62/EG**
des europäischen Parlaments und des Rates vom 20.
Dezember 1994 über Verpackungen und Verpackungsabfälle,
Artikel 3 b, 1994.
- /Rie03/ **Riechmann, Th.**
Vorlesung Volkswirtschaftslehre, Universität Hannover, 2003.
- /Rüh06/ **Rühmann, H.-P.,**
Skript der Produktionsergonomie, Kap. 8.3,
Beispielberechnung der Höhenmaße für einen
Verpackungsarbeitsplatz, München, 2006.
- /Sch88/ **Schuh, G.**
Gestaltung und Bewertung von Produktvarianten - Ein Beitrag
zur systematischen Bewertung von Serienprodukten,
Diss. Aachen 1988.
- /Sch92/ **Schuh, G. / Brandstetter, H. / Groos, C. P.**
Grenzen der Prozesskostenrechnung. In: Technische
Rundschau, Nr. 23, 1992, S. 46 - 50.
- /Sch93/ **Schuh, G.**
Anwendungserfahrung mit der ressourcenorientierten
Prozesskostenrechnung bei der Bewertung von Produkt-
varianten. In: Scheer, A.-W.: Rechnungswesen und EDV, 14.
Saarbrücker Arbeitstagung 1993, Heidelberg 1993,
S. 173 - 195.

- /Sch94/ **Schuh, G.**
Kostenmanagement in Entwicklung und Produktion mit der ressourcenorientierten Prozesskostenrechnung, Kostenrechnungspraxis, Sonderheft, 1994, S. 76 - 82.
- /Sch97/ **Schuh, G.**
Wohin bewegt sich das Kostenmanagement? Methoden zur verursachungsgerechteren Zuweisung von Gemeinkosten auf die einzelnen Produkte, in Kostenrechnungspraxis, 41. Jahrgang, Heft 1 1997, S. 34 - 39.
- /Sei02/ **Seitz, T.**
Anthropometrie – Voraussetzung für moderne ergonomische Arbeitsplatzgestaltung und -bewertung. In: Ergonomie aktuell, Heft. 3, 2002.
- /Schl04/ **Schlüchtermann, J.**
Rekonfiguration der Logistikaktivitäten in einer Supply Chain mit Hilfe der Prozesskostenrechnung - Konzept und Beispielfall. In: Controlling Heft 7/2004, S. 385 - 392.
- /Spa98/ **Spath, D.**
Vorlesung „Arbeitsplatzgestaltung 1, Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement, Universität Stuttgart, 1998.
- /Schr06/ **Schraft, D., Sihn, W.**
IPA, Stuttgart Fraunhofer Projektgruppe, Seminar der Projektgruppe Produktionsmanagement und Logistik, Stuttgart 2006.
- /Seu01/ **Seuring, S.**
Supply Chain costing: Kostenmanagement in der Wertschöpfungskette mit Target-Costing und Prozesskostenrechnung, Vahlen Verlag, München 2001.
- /Schn96/ **Schneider, R.**
Prozesskostenrechnung in der Industrie - Konzeption und praktische Anwendung eines erweiterten Ansatzes, Gabler Verlag, Wiesbaden 1996.
- /Span00/ **Spannagel, J. / Lang, H.**
Prozesskostenmanagement im Handel. In: Grasshoff, J. (Hrsg.): Handelscontrolling, Hamburg 2000, S. 473 - 504.

- /Ste06/ **Steger, J.**
Kosten- und Leistungsrechnung
Einführung in das betriebliche Rechnungswesen,
Grundlagen der Vollkosten-, Teilkosten-, Plankosten- und
Prozesskostenrechnung, 4. überarbeitete Aufl., R. Oldenbourg
Verlag, München, Wien 2006.
- /Str99/ **Strasser, G.**
Investitionen in der Verpackungslogistik. In: Distribution,
04/99, S. 12 - 15.
- /Teu94/ **Teubner, B. G.**
Ergonomie, Produkt- und Arbeitsplatzgestaltung, Stuttgart,
1994.
- /Tup06/ **Dr. Thomas & Partner**
Materialflussplanung und Automatisierung, Karlsruhe,
www.tup.com, 2006.
- /VCI95/ **VCI – Verband der Chemischen Industrie e. V.**
Einsatzmöglichkeiten der Prozesskostenrechnung in der
Chemischen Industrie, 1995.
- /VDI4405/ **VDI 4405**
Prozessorientierte Kostenanalyse in der innerbetrieblichen
Logistik, Verein Deutscher Ingenieure (Hrsg.), Düsseldorf
2003.
- /VDI03/ **VDI Berichte**
Prozesskosten in der Praxis, Tagung Langen, 2003.
- /Vpv98/ **Verordnung über die Vermeidung von Verpackungs-
abfällen: Verpackungsverordnung (VerpackV),**
Bundesgesetzblatt, Abschnitt I, § 3 Begriffsbestimmungen,
Jahrgang 1998.
- /War04/ **Warmulla, K. / Klein. B.**
Sportartikelkonzern Adidas. In: Logistik für Unternehmen,
Heft 3, S. 25, 2004.
- /Wag06/ **Wagner, M.**
Beitrag zur Ermittlung von Verpackungskosten unter
besonderer Berücksichtigung gemischter Ladeeinheiten, Diss.
Dortmund 2006.

- /Web95/ **Weber, J.**
Prozesskostenrechnung und Veränderung der Organisationsstrukturen. In: Männel, W. (Hrsg.) Prozesskostenrechnung - Bedeutung, Methoden, Branchenerfahrungen, Softwarelösungen, Wiesbaden 1995.
- /Wie96/ **Wiese, D.**
Packereiplanung - Packplatzgestaltung. In: Fraunhofer Gesellschaft e. V.: Verpackungstechnik - Mittel - und Methoden zur Lösung der Verpackungsaufgabe, Hüthig Verlag, Heidelberg, 1996, S. 1 - 20.
- /Wil04/ **Wilde, H.**
Plan- und Prozesskostenrechnung, R. Oldenbourg Verlag, München, Wien 2004.
- /Win97/ **Winz, G. / Quint, M.**
Prozesskettenmanagement: Leitfaden für die Praxis, Verlag Praxiswissen, Dortmund 1997.
- /Wit93/ **Witt, F.-J.**
Prozeßkostenmanagement statt Prozesskostenrechnung. In: Technologie & Management, 42, 1993, Heft 2, S. 79 - 83.
- /Zie92/ **Ziegler, H.**
Prozeßorientierte Kostenrechnung in der öffentlichen Verwaltung. Ein Ansatz zur Entgeltkalkulation für ein wirkungsvolles Controlling? In: Controlling, 4. Jg., 1992, S. 196 - 202.
- /Zir99/ **Zirkler, B.**
Kostentreiberanalysen für die Prozesskostenrechnung. In: Kostenrechnungspraxis 43. Jg. 1999, Heft 6, S. 352 - 355.

8. Anhang

Anhang 1: Übersicht über die Ausstattung einzelner Packplatztypen

A 1.1: Übersicht über die Varianten der Verpackungsaufgabe „Ein Packgut verpacken“

| Verpackungsaufgabe | | | Ein Gut verpacken | | |
|-----------------------------|-----------------------|--|-----------------------------|-------------------|---|
| | | | Gleichartige Güter | | |
| Packplatztyp | | | ETV I | ETV II | |
| Packgut | Packgut/Zubehör | Größe | Klein | klein | |
| | | Art | FS | FS | |
| | | Größe | Klein | klein | |
| | | FEFCO-Typ | 0713 | 0713 | |
| Packhilfsmittel | Polstermittel | Aufzurichtendes Polster | | | |
| | | Formpolster | | | |
| | | Schüttpolster | | | |
| | | Luftkissen | | | |
| | | Luftpolsterfolie (ggf. antistat.) | | | |
| | | Papierpolster | | | |
| | Schutzhilfsmittel | Beutel | | | |
| | | Antistat. Folie | | | |
| | | Luftpolsterfolie | | | |
| | Verschleißhilfsmittel | Klebebänder (KB)/ Klebestreifen (KS) | Umreifungsbänder | | |
| | | | Etikett | | |
| | Kennzeichnungsmittel | Barcode/Adresslabel | | • | • |
| | | | Begleitpapiertasche | | |
| Betriebsmittel | Verschließen | Folienschweißgerät | | | |
| | | Umreifungsautomat | | | |
| | | Hand- (H) / Tisch- (T) abroller Klebebänder | | | |
| | | Nassklebestreifenspender | | | |
| | | Halbautom. (HA), Autom. (A) | | | |
| | Portionierung | Vereinzelner | | | |
| | | Abzählvorrichtung / Waage | | | |
| | Etikettieren | Mech. Hand (H)- / Tisch (T) Etikettenspender | Halbautom. Etikettenspender | • | • |
| | | | Etikettierer | | |
| | | | Etikettendrucker | | |
| | | | Druck - Spendesysteme | | |
| | | | Zuführung Packgut | | M |
| | Transport | Ladungsträger | | | |
| | | Abtransport Packstück | | RH | |
| | Kontrollieren/Steuern | Scanner PC, Bildschirm, Maus Waage mit Anzeige Verpackungsanweisung Auftragspapiere Auftragsdrucker | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Literaturquellen / Verweise | | | Har90, S. 29 - 30 | Har90, S. 35 - 37 | |
| | | | Har90, S. 31 - 32 | | |

M = mittig

LV = links von vorn

RV = rechts von vorn

LS = links seitlich

RS = rechts seitlich

LH = links nach hinten

RH = rechts nach hinten

A 1.2: Übersicht über die Varianten der Verpackungsaufgabe „Mehrere gleichartige Packgüter verpacken“

| Verpackungsaufgabe | | Mehrere gleichartige Packgüter | | | | | | | |
|-----------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------|--------|
| Packplatztyp | | MGV 1 | MGV 2 | MGV 3 | MGV 4 | MGV 5 | MGV 6 | MGV 7 | MGV 8 |
| Packgut | Packgut/Zubehör | Klein | Klein | Klein | Klein | Klein | Klein | Klein | Klein |
| Packmittel | Größe | Beutel | FS | FS | FS/IER | FS/IER | FS/IER | FS | FS/IER |
| | Art | Klein | Mittel | Mittel | Mittel | Klein | Klein | Klein/mittel | Klein |
| | Größe | Klein | Mittel | Mittel | Mittel | Klein | Klein | Klein/mittel | Klein |
| | FEFCO-Typ | Klein | 0201 | 0201 | 0201/0901 0934 | 0713/0901 | 0713/0901 | 0201 | 0420 |
| | Aufzurichtendes Polster | | | | | | | | |
| | Formpolster | | | | | | | | |
| | Schüttpolster | | | | | | | | |
| | Luftkissen | | | | | | | | |
| | Luftpolyesterfolie | | | | | | | | |
| | Papierpolster | | | | | | | | |
| | Beutel | | | | | | | | |
| | Antistat. Folie | | | | | | | | |
| | Luftpolyesterfolie (opf. antistat.) | | | | | | | | |
| | Klebebander (KB) | | | | | | | | |
| | Klebestreifen (KS) | | | | | | | | |
| | Umhüllungsbänder | | | | | | | | |
| | Etikett | | | | | | | | |
| | Barcode/Adresslabel | | | | | | | | |
| | Begleitpapiertasche | | | | | | | | |
| | Folienschweißgerät | | | | | | | | |
| | Umhüllungsausrüstung | | | | | | | | |
| | Hand- (H) / Tisch- (T) | | | | | | | | |
| | abroller Klebebander | | | | | | | | |
| | Nassklebversprenkspender | | | | | | | | |
| | Halbautom. (HA) / Autom. (A) | | | | | | | | |
| | Vereinzelner | | | | | | | | |
| | Abzählvorrichtung / Waage | | | | | | | | |
| | Mech. Hand (H) / Tisch (T) | | | | | | | | |
| | Etikettenspender | | | | | | | | |
| | Halbautom. Etikettenspender | | | | | | | | |
| | Etiketlierer | | | | | | | | |
| | Etikettendrucker | | | | | | | | |
| | Druck - Spendsysteme | | | | | | | | |
| | Zuführung Packgut | | | | | | | | |
| | Ladungsträger | | | | | | | | |
| | Transport | | | | | | | | |
| | Abtransport Packstück | | | | | | | | |
| | Scanner | | | | | | | | |
| | PC, Bildschirm, Maus | | | | | | | | |
| | Waage mit Anzeige | | | | | | | | |
| | Verpackungsanweisung | | | | | | | | |
| | Auftragspapiere | | | | | | | | |
| | Auftragsdrucker | | | | | | | | |
| Literaturquellen / Verweise | | Har90, S. 65 - 66 | Har90, S. 61 - 62 | Har90, S. 57 - 58 | Har90, S. 69 - 70 | Har90, S. 41 - 42 | Har90, S. 43 - 45 | Lj06, Via06 | Beh07 |

M = mittig
 LV = links von vorn
 RV = rechts von vorn
 LS = links seitlich
 RS = rechts seitlich
 LH = links nach hinten
 RH = rechts nach hinten

A 1.3: Übersicht über die Varianten der Verpackungsaufgabe „Umverpacken“

| Verpackungsaufgabe | | | Umverpacken | | | | |
|-----------------------------|-----------------------|---|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----|
| Packplatztyp | | | UV 1 | UV 2 | UV 3 | UV 4 | |
| Packgut | Packgut/Zubehör | Größe | Klein | Klein | Klein | Klein | |
| Packmittel | | Art | FS | FS | FS | FS | |
| | | Größe | | | | | |
| | | Typ FEFCO | 0201 | 0201 | 0201 | 0201 | |
| Packhilfsmittel | Polstermittel | Aufzurichtendes Polster | | | | | |
| | | Formpolster | | | | | |
| | | Schüttpolster | | | | | |
| | | Luftkissen | | | | | |
| | | Luftpolsterfolie (ggf. antistat.) | | | | | |
| | | Papierpolster | | | | | |
| | Schutzhilfsmittel | Beutel | | | | | |
| | | Antistat. Folie | | | | | |
| | | Luftpolsterfolie | | | | | |
| | Verschleißhilfsmittel | Klebebänder (KB)/ Klebestreifen (KS) | | KS | KS | KS | KS |
| | | Umreifungsbänder | | | | | |
| | Kennzeichnungsmittel | Etikett | | • | • | • | • |
| | | Barcode/Adresslabel | | | | | |
| | | Begleitpapiertasche | | | | | |
| Betriebsmittel | Verschließen | Folienschweißgerät | | | | | |
| | | Umreifungsautomat | | | | | |
| | | Hand- (H) / Tisch- (T) abroller Klebebänder | | | | | |
| | | Nassklebestreifenspender Halbautom. (HA), Autom. (A) | | HA | HA | HA | HA |
| | | Vereinzelner | | | | | |
| | Portionierung | Abzählvorrichtung / Waage | | | | | |
| | | Mech. Hand (H) / Tisch (T) Etikettenspender | | T | T | | T |
| | Etikettieren | Halbautom. Etikettenspender | | | | • | |
| | | Etikettierer | | | | | |
| | | Etikettendrucker | | | | | |
| | | Druck - Spendesysteme | | | | | |
| | | Zuführung Packgut | | | RV | M | LH |
| | Transport | Ladungsträger | | | | | |
| | | Abtransport Packstück | | | | LS | LS |
| | Kontrollieren/Steuern | Scanner | | | | | |
| | | PC, Bildschirm, Maus | | | | | |
| | | Waage mit Anzeige | | | | | |
| | | Verpackungsanweisung | | | | | |
| | | Auftragspapiere | | | | | |
| | Auftragsdrucker | | | | | | |
| Literaturquellen / Verweise | | | Har90, S. 35 - 37 | Har90, S. 39 - 40 | Har90, S. 44 - 45 | Har90, S. 48 - 49 | |

M = mittig

LV = links von vorn

RV = rechts von vorn

LS = links seitlich

RS = rechts seitlich

LH = links nach hinten

RH = rechts nach hinten

A 1.4: Übersicht über die Varianten der Verpackungsaufgabe „Mehrere Verschiedenartige Güter in Konstanter Kombination verpacken“

| Verpackungsaufgabe | | | Mehrere verschiedenartige Packgüter in konstanter Kombination verpacken | | | |
|-----------------------------|-----------------------|---|---|-------------------|-------------------|-------|
| Packplatztyp | | | MVK 1 | MVK 2 | MVK 3 | MVK 4 |
| Packgut | Packgut/Zubehör | Größe | Klein | Klein | Klein | Klein |
| Packmittel | | Art | FS/IER | Beutel | FS | FS |
| | | Größe | | Klein | | |
| | | FEFCO-Typ | 0201/0901 | | 0201/0712 | 0201 |
| Packhilfsmittel | Polstermittel | Aufzurichtendes Polster | | | | |
| | | Formpolster | | | • | |
| | | Schüttpolster | | | | |
| | | Luftkissen | | | | |
| | | Luftpolsterfolie (ggf. anststat.) | | | | |
| | | Papierpolster | | | | |
| | Schutzhilfsmittel | Beutel | | | • | |
| | | Antistat. Folie | | | | |
| | | Luftpolsterfolie/Welkkräftpapier (W) | | | | W |
| | Verschließhilfsmittel | Klebebänder (KB)/ Klebestreifen (KS) | KS | | | |
| | | Umreifungsbänder | | | | |
| | | Etikett | | | | |
| | Kennzeichnungsmittel | Barcode/Adresslabel | | • | | • |
| Begleitpapiertasche | | | | | | |
| | | | | | | |
| Betriebsmittel | Verschließen | Folienschweißgerät | | • | | |
| | | Umreifungsautomat | | | | |
| | | Hand- (H) / Tisch- (T) abroller Klebebänder | | | | T |
| | | Nassklebestreifenspender Halbautom. (HA), Autom. (A) | A | | | |
| | Portionierung | Vereinzelner/Fächeraufsatz | | | • | |
| | | Abzählvorrichtung / Waage | | | | |
| | Etikettieren | Mech. Hand (H) / Tisch (T) Etikettenspender | T | | | H |
| | | Halbautom. Etikettenspender | | | • | |
| | | Etikettierer | | | | |
| | | Etikettendrucker | | | | |
| | | Druck - Spendesysteme | | | | |
| | Transport | Zuführung Packgut | LV / RV | | | |
| | | Ladungsträger | | | | • |
| | | Abtransport Packstück | | | LS | RS |
| | Kontrollieren/Steuern | Scanner | | | | |
| | | PC, Bildschirm, Maus | | | | |
| | | Waage mit Anzeige | | | | |
| | | Verpackungsanweisung | | | | |
| Auftragspapiere | | | | | | |
| Auftragsdrucker | | | | | | |
| Literaturquellen / Verweise | | | Har90, S. 59 - 60 | Har90, S. 67 - 68 | Har90, S. 47 - 49 | NN03 |

M = mittig

LV = links von vorn

RV = rechts von vorn

LS = links seitlich

RS = rechts seitlich

LH = links nach hinten

RH = rechts nach hinten

A 1. 5: Übersicht über die Varianten der Verpackungsaufgabe „Mehrere Verschiedenartige Güter in Variierender Kombination verpacken“

| Verpackungsaufgabe | | | Mehrere verschiedenartige Güter in variierender Kombination verpacken | | | | | | |
|-----------------------------|-----------------------|---|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Packplatztyp | | | MVV 1 | MVV 2 | MVV 3 | MVV 4 | MVV 5 | MVV 6 | MVV 7 |
| Packgut | Packgut/Zubehör | Größe | Klein/mittel | Klein/mittel | Klein/mittel | Klein/mittel | Klein/mittel | Klein/mittel | Klein/mittel |
| | | Art | FS | FS / Beutel | FS / Beutel | FS | FS | FS | FS |
| Packmittel | | Größe bezogen auf die FS | Klein/mittel | Klein/mittel | Klein/mittel | Klein/mittel | Klein/mittel | Klein/mittel | Klein/mittel |
| | | FEFCO-Typ | 0201 | 0301 | 0301 | 0201 | 0201 | 0201 | 0201 |
| Packhilfsmittel | Polstermittel | Aufzurichtendes Polster | | | | | | | |
| | | Formpolster | | | | | | | |
| | | Schüttpolster | • | | | | | | |
| | | Luftkissen | | | | | | • | • |
| | | Luftpolsterfolie | | | | | | | |
| | Schutzhilfsmittel | Papierpolster | | | | • | • | | |
| | | Beutel | | | | | | | |
| | | Antistat. Folie | | | | | | | |
| | Verschleißhilfsmittel | Luftpolsterfolie (ggf. antistat.) | | | | | | | |
| | | Klebebänder | | | | | | | |
| | | Klebestreifen | | | | • | • | • | • |
| | Kennzeichnungsmittel | Umreifungsbänder | • | • | • | | | | |
| | | Etikett | | | | | | | |
| | | Barcode/Adresslabel | • | • | • | • | • | • | • |
| Begleitpapiertasche | | | | | | | | | |
| Betriebsmittel | Verschließen | Umreifungsautomat | • | • | • | | | | |
| | | Hand- (H) / Tisch- (T) abroller | | | | H | H | H | H |
| | | Nassklebestreifenspender Halbautom. (HA), Autom. (A) | | | | | | | |
| | Etikettieren | Mech. Hand (H)- / Tisch (T) Etikettenspender | | | | | | | |
| | | Halbautom. Etikettenspender | • | | | | | | |
| | | Etikettierer | | | | • | • | • | • |
| | | Etikettendrucker | | | | | | | |
| | Transport | Druck - Spendesysteme | | • | • | | | | |
| | | Zuführung Packgut | | • | • | • | • | • | |
| | | Ladungsträger | | | | • | • | • | |
| | Kontrollieren/Steuern | Abtransport Packstück | • | • | • | | | | |
| | | Scanner | | • | • | • | • | • | • |
| | | PC, Bildschirm, Maus | • | • | • | • | • | • | • |
| | | Waage mit Anzeige | | | | • | | | • |
| | | Verpackungsanweisung | • | • | • | • | • | • | • |
| | | Auftragspapiere | | • | • | • | • | • | • |
| | | Auftragsdrucker | • | | | • | • | • | • |
| Literaturquellen / Verweise | | | NN07 | NN05f | NN05d | NN07d | NN07c | NN06n | NN06r |

M = mittig

LV = links von vorn

RV = rechts von vorn

LS = links seitlich

RS = rechts seitlich

LH = links nach hinten

RH = rechts nach hinten

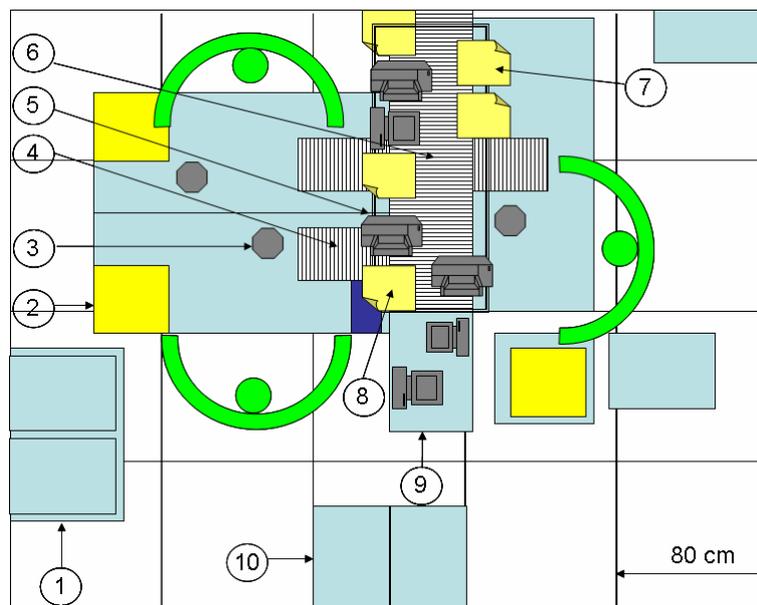
Anhang 2: Beispiele zu Verpackungsarbeitsplätzen der Variante „Mehrere Verschiedenartige Packgüter in Variierender Kombination verpacken“

A. 2.1: Packplatzvariante MVV 1, Teil 1 /NN07/



Verpackungsarbeitsplatz

Umreifungsstation



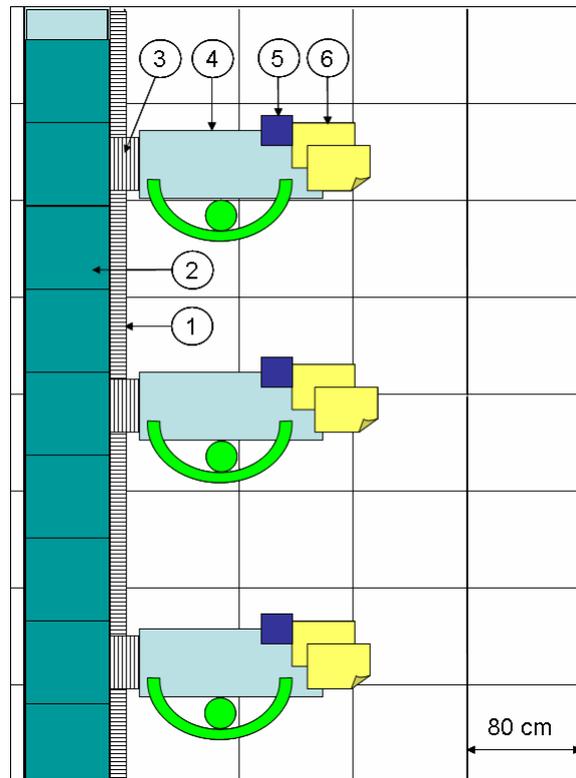
- 1 = Palette mit KB mit Packgut
- 2 = Papierpolster zum Einschlagen des Packgutes
- 3 = Abnahmestutzen für Schüttgutpolster
- 4 = (Nichtangetriebene) Rollenbahn
- 5 = Etikettendrucker
- 6 = (Angetriebene) Rollenbahn zum Abtransport der Packstücke
- 7 = Angedeutete Umrandung des Regals auf dem PC, Faltschachteln etc. untergebracht sind
- 8 = Magazin mit Faltschachteln
- 9 = PC / Monitor / Tastatur
- 10 = Palette mit leeren Kommissionierbehältern (KB)

A. 2.1: Packplatzvariante MVV 1, Teil 2 /NN07/

| Prozessschritte Verpackungsablauf | | Mehrere verschiedenartige Güter in variierender Kombination verpacken | MVV 1 |
|--------------------------------------|--|--|--|
| Reihen- folge | Beschreibung | | Teilprozess |
| 1 | - Packstückinhaltsschein aus Kommissionierbehälter [KB] entnehmen, Auftrag im PC aufrufen | | Packmittel vorbereiten |
| 2 | - FS entsprechend der Auftragsgröße aus Magazin entnehmen, aufrichten, umdrehen, Schachtelboden zufalten und auf Tisch abstellen | | |
| 3 | - Zur Seite drehen, Packgut aus KB n-mal entnehmen | | Produkt einpacken |
| 4 | - Je nach Produkt Packgut in Papier einrollen - je nach Füllgrad Schüttpolster verwenden | | Stoß- und Schwingungsschutz herbeiführen |
| 5 | - Gut in FS n-mal einfügen | | Produkt einpacken |
| 6 | - Packstückinhaltsschein in FS einlegen | | Zusatzteile verwenden |
| 7 | - Etikett mit Adresslabel vom Drucker entnehmen und Kennzeichnen der FS | | Kennzeichnen |
| 8 | - FS-Deckel zufalten, FS über nichtangetriebene Rollenbahn auf angetriebene Rollenbahn schieben | | Packmittel nachbereiten |
| 9 | - Leeren KB von der Palette abnehmen zur Seite gehen und auf Palette mit leeren KB absetzen | | Produkt einpacken |
| 10 | - Fertigmeldung des Packstücks in den Auftragsdaten | | Kontrolle/Steuerung |
| 11 | - FS in Umreifungsautomat einschieben - 2 x längs Umreifen des Packstücks | | Packmittel nachbereiten |
| 12 | - Packstück von der Umreifungsanlage entnehmen - Ablegen des Packstücks in einer Gitterbox | | Packstück bereitstellen |

Die Tätigkeiten 1 - 10 beziehen sich auf den Verpackungsarbeitsplatz, Bild 1, die anschließenden Tätigkeiten 11 und 12 auf die Umreifungsstation, Bild 2.

A 2.2: Packplatzvariante MVV 2, Teil 1 /NN05f/

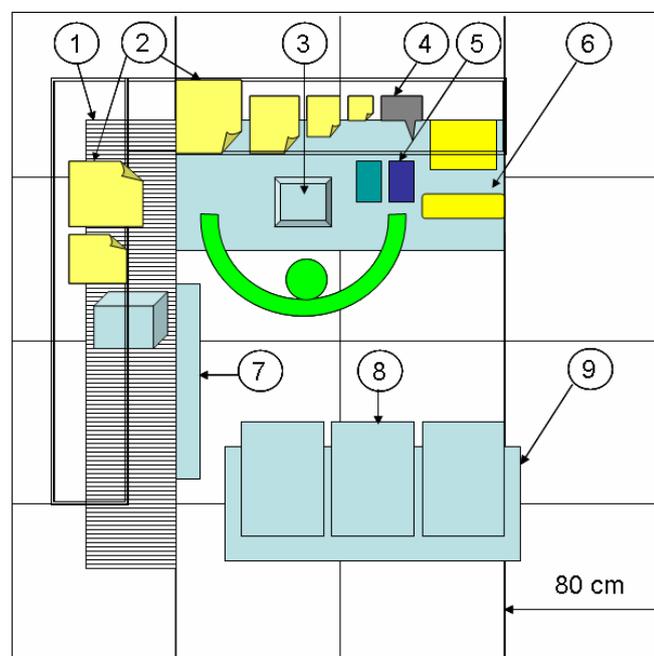


- 1 = Rollenbahn zum Abtransport der Packstücke
- 2 = Rutsche
- 3 = Kugelbahn
- 4 = „Verschiebbarer“ Paktisch
- 5 = Klemmbrett für die Packstückinhaltsliste
- 6 = Entnahmeevorrichtung für Faltschachteln

A 2.2: Packplatzvariante MVV 2, Teil 2 /NN05f/

| Prozessschritte Verpackungsablauf | | Mehrere verschiedenartige Güter in variierender Kombination verpacken | MVV 2 |
|--------------------------------------|--|--|----------------------------|
| Reihen- folge | Beschreibung | | Teilprozess |
| 1 | - Arbeitstisch zur nächsten Rutsche schieben | | Packmittel vorbereiten |
| 2 | - Packstückinhaltsschein aus Folientasche aus der Rutsche entnehmen | | |
| 3 | - FS entsprechend der Auftragsgröße aus Magazin entnehmen, aufrichten und auf Tisch abstellen | | |
| 4 | - Entsprechende Anzahl des Packgutes aus der Rutsche n - mal mit links greifen und in FS einfügen | | Produkt einpacken |
| 5 | - Entnommene Packgüter auf Inhaltsschein abhaken | | Packmittel vorbereiten |
| 6 | - Packstückinhaltsschein entnehmen und in FS einlegen | | Zusatzteile verwenden |
| 7 | - Etikett mit Adresslabel aus Folientasche entnehmen und Kennzeichnen der FS | | Kennzeichnen |
| 8 | - FS-Deckel aus Magazin entnehmen, falten, - FS-Deckel überstülpen | | Packmittel nachbereiten |
| 9 | - Packstück über Kugelbahn am Arbeitsplatz links auf Rollenbahn schieben | | Packstück bereitstellen |

A 2.3: Packplatzvariante MVV 7, Teil 1 /NN06r/



- 1 = Rollenbahn
- 2 = Packmittel
- 3 = Integrierte Waage
- 4 = Anzeige der Waage
- 5 = Scanner und Klebebandabroller
- 6 = PC, Tastatur
- 7 = Behälter mit Polstermitteln
- 8 = Kommissionierbehälter (KB)
- 9 = Wagen mit KB

A 2.3: Packplatzvariante MVV 7, Teil 2 /NN06r/

| Prozessschritte Verpackungsablauf | | Mehrere verschiedenartige Güter in variierender Kombination verpacken | MVV 7 |
|--------------------------------------|--|--|--|
| Reihen- folge | Beschreibung | | Teilprozess |
| 1 | - Schritt zurückgehen, vollen Kommissionierbehälter (KB) links vom Kommissionierwagen abnehmen und auf Packtisch setzen | | Packmittel vorbereiten |
| 2 | - Barcode vom Auftragschein scannen, - Auftrag im PC ansehen | | |
| 3 | - FS entsprechend der Auftragsgröße aus Magazin entnehmen, aufrichten, umdrehen, Schachtelboden zufalten, mit Handabroller verschließen umdrehen und auf Tisch abstellen | | |
| 4 | - Gut aus KB n - mal entnehmen und in FS einfügen | | Produkt einpacken |
| 5 | - Je nach Füllgrad Luftpolster verwenden, nach links drehen und aus unterem Behälter entsprechende Menge entnehmen | | Stoß- und Schwingungsschutz herbeiführen |
| 6 | - Leeren KB vom Packtisch abnehmen zur Seite gehen und auf Kommissionierwagen absetzen | | Produkt einpacken |
| 7 | - Wiegung vornehmen, Abgleich der Daten am PC | | Kontrolle/Steuerung |
| 8 | - Packstückinhaltsschein entnehmen und in FS einlegen | | Zusatzteile verwenden |
| 9 | - FS-Deckel zufalten - FS in Längsrichtung mit Handabroller verschließen | | Kennzeichnen |
| 10 | - Etikett von Drucker entnehmen und Kennzeichnen der FS | | Packmittel nachbereiten |
| 11 | - Fertigmeldung des Packstücks in den Auftragsdaten - Ablegen des Packstücks auf der Rollenbahn | | Packstück bereitstellen |