

7 Zusammenfassung und Ausblick

In Produktionsunternehmen existiert in der Regel auf der Entsorgungsseite eine Logistik, die von der Versorgungsseite der Produktion getrennt ist, sich zudem durch einen hohen Anteil manueller Tätigkeiten auszeichnet und im auffallenden Gegensatz zu dem oftmals hohen Automatisierungsgrad der Produktion steht. Die im Vergleich zur Produktion geringere fördertechnische Leistung, die im Bereich der Entsorgungslogistik in der Regel zu erbringen ist, verhindert jedoch, dass für die Entsorgung in eine optimale Logistik investiert wird, um auch dort eine Mechanisierung bzw. Automatisierung zu erzielen.

Um das Ziel einer solchen Optimierung der innerbetrieblichen Entsorgungslogistik zu erreichen, muss daher die vorhandene Infrastruktur der Produktion auch für die Entsorgung genutzt werden.

Vor diesem Hintergrund wurde im Rahmen dieser Arbeit in Kapitel 2 zunächst die Ausgangssituation der heutigen Entsorgung beschrieben und dabei insbesondere auf die Organisation und die Förder-, Lager- und Handhabungstechnik eingegangen. Es wurde deutlich, dass gerade die Behältertechnik oftmals nur eine rein manuelle Handhabung zulässt und eine geforderte Kompatibilität zu den Fördermitteln der Produktion mit den vorhandenen Behältersystemen nicht möglich ist. Es konnte aufgezeigt werden, dass eine Optimierung der Entsorgungslogistik von Industrieunternehmen in Form einer Mechanisierung bzw. zukünftigen Automatisierung mit den bestehenden Behältersystemen nicht erreichbar ist.

Die Behältertechnik ist daher als zentrales Element für eine Mechanisierung bzw. zukünftige Automatisierung der Entsorgungslogistik in Kapitel 3 näher untersucht worden. Es wurden dazu Anforderungen an ein Behältersystem innerhalb der Transportkette Industrieentsorgung erarbeitet und diese Anforderungen anschließend konstruktiv in eine neuartige Form von Industrie-Entsorgungsbehälter umgesetzt, welcher sich u. a. durch eine Kompatibilität zu den gängigen Fördermitteln der Produktion (Gabelstapler, Schlepper, Rollenbahn, etc.) und zu den Müllsammelfahrzeugen am Ende der Transportkette auszeichnet.

Während die technische Funktionserfüllung dieses Behältersystems an Hand von zwei Prototypen auf Versuchseinrichtungen des Instituts für Fördertechnik und Logistik nachgewiesen werden konnte, lässt sich der wirtschaftliche Nutzen in dieser Phase nur durch eine Simulation in Form einer Kostenvergleichsrechnung ermitteln, weil dieses Behältersystem noch nicht in den Industrieunternehmen eingeführt ist. Es konnte aufgezeigt werden, dass die resultierenden Kostenarten in der innerbetrieblichen Entsorgungslogistik, z. B. Fördermittel- und Transportkosten, sehr stark durch die Wahl der Behältertechnik beeinflusst werden und zudem offensichtlich unternehmensspezifische Gegebenheiten zu berücksichtigen sind, so dass eine manuelle Beurteilung verschiedener Varianten sehr aufwendig ist.

Vor diesem Hintergrund ist eine Planungssoftware, das Programm PELIKOS, entwickelt worden, mit dessen Hilfe zum einen der wirtschaftliche Nachweis erbracht werden kann, ob der Einsatz dieser Industrie-Entsorgungsbehälter unter bestimmten Randbedingungen für die Unternehmen vorteilhaft ist. Zum anderen kann eine Vielzahl der Elemente der Industrieentsorgung innerhalb von PELIKOS abgebildet werden. Dieses Programm wurde in Kapitel 4 eingehend beschrieben und dabei besonders auf die unternehmensspezifischen Daten, die Stammdaten und die Planungsdaten eingegangen, die für einen Kostenvergleich erforderlich sind. Hierzu wurden in Kapitel 5 die Berechnungen der verschiedenen Kostenarten, die innerhalb von PELIKOS durchgeführt werden, detailliert beschrieben.

Um die Wirtschaftlichkeit verschiedener Entsorgungskonzepte mit dieser Planungssoftware zu vergleichen, wurden in Kapitel 6 zunächst zwei Beispielbetriebe der Praxis dargestellt und beschrieben. Für diese Beispielbetriebe wurden verschiedene logistische Varianten in PELIKOS abgebildet und die Unterschiede und Besonderheiten der einzelnen Kostenarten durch eine Simulation deutlich gemacht.

Es konnte in Kapitel 6.3 nachgewiesen werden, dass sich durch die Nutzung vorhandener Fördermittel und neuartiger Behältertechnik bei bestimmten Randbedingungen Kostenvorteile erzielen lassen, und sich somit bei Beispielunternehmen A ein Einsparpotential von ca. 27 % für die Kosten der innerbetrieblichen Entsorgungslogistik ergeben hat, wobei unternehmensspezifische Gegebenheiten das Planungsergebnis sehr stark beeinflussen.

Abschließend wurde in Kapitel 6 auch die Güte der Planungsergebnisse diskutiert, die wesentlich von den Abweichungen der berechneten Entfernungsmatrix im Vergleich zum tatsächlichen innerbetrieblichen Wegenetz abhängt. Die Untersuchungen der Varianten weichen bei den betrachteten Beispielunternehmen ca. 6 % von den Soll-Werten ab und sind daher von einer akzeptablen Genauigkeit.

Als Ausblick kann zum einen eine Rechnung mit hallenspezifischen Umwegfaktoren dazu beitragen, dass die Planungsergebnisse auch bei „ungünstiger“ Lage der innerbetrieblichen Barrieren ausreichend genau sind. In die Rechnung kann hierzu für jede einzelne Halle ein Umwegfaktor einfließen bzw. Hallen mit gleichen Voraussetzungen bezüglich Barrieren, Wegenetz und Lage können zu Gruppen mit gleichen Umwegfaktoren zusammengefasst werden.

Des weiteren könnte die zukünftige Integration einer Tourenplanungssoftware die Planungsergebnisse weiter verbessern, weil somit bei einer geeigneten Anpassung der Schnittstellen der Software auch das tatsächliche Wegenetz bei der Berechnung der Entfernungsmatrix berücksichtigt werden kann.

Die Software PELIKOS lässt sich nicht nur durch die beiden oben genannten Ansätze im Bereich der Berechnung des innerbetrieblichen Wegenetzes weiter ausbauen. Auch die Abbildung jedes einzelnen Behälters der Arbeitsplatzebene ist zukünftig denkbar, wobei der Aufwand zur Generierung der unternehmensspezifischen Daten erheblich steigt, auf der anderen Seite die Ergebnisse aber weiter optimiert werden können.

Bei gegebenen unternehmensspezifischen Daten lassen sich somit entsorgungslogistische Konzepte mit zunehmend größerer Datensicherheit und Genauigkeit beurteilen.

Die Software PELIKOS liefert aber auch ohne diese möglichen Erweiterungen einen wesentlichen Beitrag, um für ein Unternehmen eine (kosten-) optimale Entsorgungslogistik durch Vergleich verschiedener Varianten bereits in der Planungsphase zu ermitteln und ist somit der geeignete Kompromiss zwischen ausreichender Genauigkeit und erforderlichem Simulationsaufwand.

8 Literatur

Arnold 1998 Arnold, D.: Materialflusslehre. Braunschweig / Wiesbaden: Vieweg, 1998.

Atlas Weyhausen 1994 Firmenschrift Atlas Weyhausen: Behälter-Wechselsysteme, 1994.

Bilitewski 1994 Bilitewski, B., Härdtle, G., Marek, K.: Abfallwirtschaft. Eine Einführung. Berlin: Springer, 1994.

BlmschG BlmschG: Bundes-Immissionsschutzgesetz. Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen, durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge. Mai 1990.

DIN 15201 DIN 15201-1 04.94: Stetigförderer; Benennungen.

DIN 30720 DIN 30720 11.90: Behälter für Absetzkipperfahrzeuge; Maße, Werkstoff, Ausführung.

DIN 30722 DIN 30722-1 04.93: Abrollkipperfahrzeuge, Wechsellader-Einrichtung, Abrollbehälter; Abrollkipperfahrzeuge bis 26 t, Abrollbehälter System 1570 aus Stahl.

DIN 30781 Teil 1 DIN 30781-1 05.89: Transportkette; Grundbegriffe.

DIN 30781 Teil 2 DIN 30781-2 05.89: Transportkette; Systematik der Transportmittel und Transportwege.

DIN 30784 DIN 30784-1 12.86: Transportkette; Transportkette für Geld und Werte, Maßliche Koordinaten.

DIN 40041 DIN 40041 12.90: Zuverlässigkeit; Begriffe.

DIN EN 840 DIN EN 840-1 03.97: Fahrbare Abfallsammelbehälter – Teil 1: Behälter mit 2 Rädern und einem Volumen von 80 l bis 390 l für Kammschüttungen; Maße und Formgebung.

DIN EN ISO 445 DIN EN ISO 445 12.98: Paletten für die Handhabung von Gütern; Begriffe.

DIN ISO 5053 DIN ISO 5053 08.94: Kraftbetriebene Flurförderzeuge; Begriffe.

- Fischer 1981** Fischer, W.: Planung von Transportsystemen für Stückgüter. Dissertation Universität Stuttgart 1981.
- Fleischer 1992** Fleischer G. (Hrsg.): Erfassung, Analyse und Optimierung der innerbetrieblichen Abfallentsorgung in einem Automobilwerk. In: Vermeidung und Verwertung von Abfällen 3. Berlin: EF- Verlag für Energie- und Umwelttechnik GmbH, 1992.
- Gallenkemper 1988** Gallenkemper B., Doedens. H.: Getrennte Sammlung von Wertstoffen des Hausmülls. Planungshilfen zur Bewertung und Anwendung von Systemen der getrennten Sammlung. Berlin: Erich Schmidt, 1988.
- Heimsoth 2000** Heimsoth, J.: Sparen in vielen Varianten. Eine Software hilft bei der Planung der Entsorgungslogistik im Betrieb. In: ENTSORGA-Magazin, Deutscher Fachverlag GmbH, 1-2 2000.
- Jünemann 1989** Jünemann R.: Materialfluss und Logistik. Systemtechnische Grundlagen mit Praxisbeispielen. Berlin: Springer, 1989.
- Kuhn 1993** Kuhn, A.: Vorlesungsskript zur Vorlesung Planung logistischer Systeme II. Universität Dortmund, Fakultät Maschinenbau, WS 1992 / 1993.
- Lützebauer 1994** Lützebauer M.: Beitrag zur systematischen Auswahl von Kleinladungsträgern. Dissertation Universität Dortmund 1994.
- Matschke 1996** Matschke M.: Betriebliche Umweltwirtschaft. Eine Einführung in die betriebliche Umweltökonomie und in Probleme ihrer Handhabung in der Praxis. Herne: Verlag Neue Wirtschafts-Briefe, 1996.
- Normann Bock 1998** Normann Bock Firmenschrift: Frontladerbehälter, 1998.
- Pahl / Beitz 1997** Pahl, G. / Beitz, W.: Konstruktionslehre. 4. Auflage. Berlin: Springer, 1997.
- Römer 1975** Römer, G.: Der Aufbau einer Transportablaufsteuerung bei stochastischem Auftragsaufkommen. Dissertation Universität Stuttgart 1975.
- Röscher 1993** Röscher, P.: Rechnergestützte Tourenplanung unter besonderer Berücksichtigung praktischer Restriktionen. Dissertation Universität Bremen 1993.

- Scheffler 1994** Scheffler M.: Fördertechnik und Baumaschinen. Grundlagen der Fördertechnik. Elemente und Triebwerke. Braunschweig: Vieweg, 1994.
- Schnellbögl 1993** Schnellbögl, J.: Analyse, Planung und Optimierung innerbetrieblicher Entsorgungsstrukturen. Dissertation Universität Dortmund 1993.
- Schweitzer 1995** Schweitzer, A.: Untersuchungen von Logistikkonzepten in der Siedlungsabfallwirtschaft und Entwurf eines neuen integrierten Logistiksystems. Dissertation Universität Berlin 1995.
- SSI Schäfer 1998** Firmenschrift SSI Schäfer: Das rationale Abfall-Sammelsystem für Industrie, Handel und Gewerbe, 1998.
- Stölzle 1993a** Stölzle, W.: Organisation der Entsorgungslogistik. In: Entsorgungslogistik in Fertigungsbetrieben. VDI-Berichte 1086: VDI-Verlag, 1993.
- Stölzle 1993b** Stölzle, W.: Umweltschutz und Entsorgungslogistik. Theoretische Grundlagen mit ersten empirischen Ergebnissen zur innerbetrieblichen Entsorgungslogistik. Berlin: E. Schmidt, 1993.
- Sulo 1999** Sulo Umwelttechnik GmbH & Co KG: Unveröffentlichter Endbericht des Industrieprojektes Entwicklung eines Industrie-Entsorgungsbehälters in Zusammenarbeit mit dem Institut für Fördertechnik und Logistik der Universität Stuttgart, 1999.
- Tabasaran 1994** Tabasaran, O.: Abfallwirtschaft, Abfalltechnik. Siedlungsabfälle. Berlin: Ernst, 1994.
- VDI 2225** VDI 2225 Blatt 3 11.98: Konstruktionsmethodik; Technisch-wirtschaftliches Konstruieren; Technisch-wirtschaftliche Bewertung.
- VDI 2391** VDI 2391 05.82: Zeitrichtwerte für Arbeitsspiele und Grundbewegungen von Flurförderzeugen.
- VDI 2411** VDI 2411 06.70: Begriffe und Erläuterungen im Förderwesen.
- VDI 2695** VDI 2695 11.94: Ermittlung der Kosten für Flurförderzeuge; Gabelstapler.
- VDI 3330** VDI 3330 12.98 (Entwurf): Die Kosten des Materialflusses.
- VDI 4413** VDI 4413 04.96: Entsorgungslogistik in produzierenden Unternehmen.

- VDI 4420** VDI 4420 11.96: Automatisches Be- und Entladen von Stückgütern auf Lastkraftwagen.
- Wehking 1991** Wehking, K.-H., Rinschede, A.: Entsorgungslogistik I - Grundlagen, Stand und Technik. Berlin: Jünemann, R. (Hrsg.), 1991.
- Wehking 1996** Wehking, K.-H.: Entsorgungslogistik als wesentlicher Bestandteil der zukünftigen Kreislaufwirtschaft. In: UmweltWirtschaftsForum, H. 1 3/1996, S. 20-25.
- Wehking 1997** Wehking, K.-H., Heimsoth J., Schulz R.: Kreislaufwirtschaft in der Praxis, Industrieentsorgung auf dem Prüfstand. In: Hebezeuge und Fördermittel 37 (1997) 10, S.432-435.
- Wehking 1998** Wehking K.-H., Heimsoth J., Luckner C.: Rationeller Umschlag von Abfällen, Nutzung moderner Seitenlader-Technik. In: Hebezeuge und Fördermittel, Berlin 38 (1998) 5, S.235-237.
- Wehking 1999** Wehking, K.-H.: Vorlesungsskript zur Vorlesung „Fördertechnik für die Entsorgung“ SS 1999.
- Wehking 2000** Wehking, K.-H., Heimsoth, J., Schulz, R.: Analyse von 20 Unternehmen. Industrieentsorgung im Blickpunkt. In: Hebezeuge und Fördermittel, Berlin 40 (2000) 4, S. 211-214.
- Wildemann 1995** Wildemann H.: Behältersysteme - Optimierung des Behälterkreislaufs zwischen Lieferanten und Industrieunternehmen. München: Transfer-Centrum GmbH, 1995.
- Ziems 1996** Ziems, D., Koschay, V.: Innerbetriebliche Entsorgungslogistik. In: UmweltWirtschaftsForum, H. 1 3/1996, S. 37-42.

9 Anhang

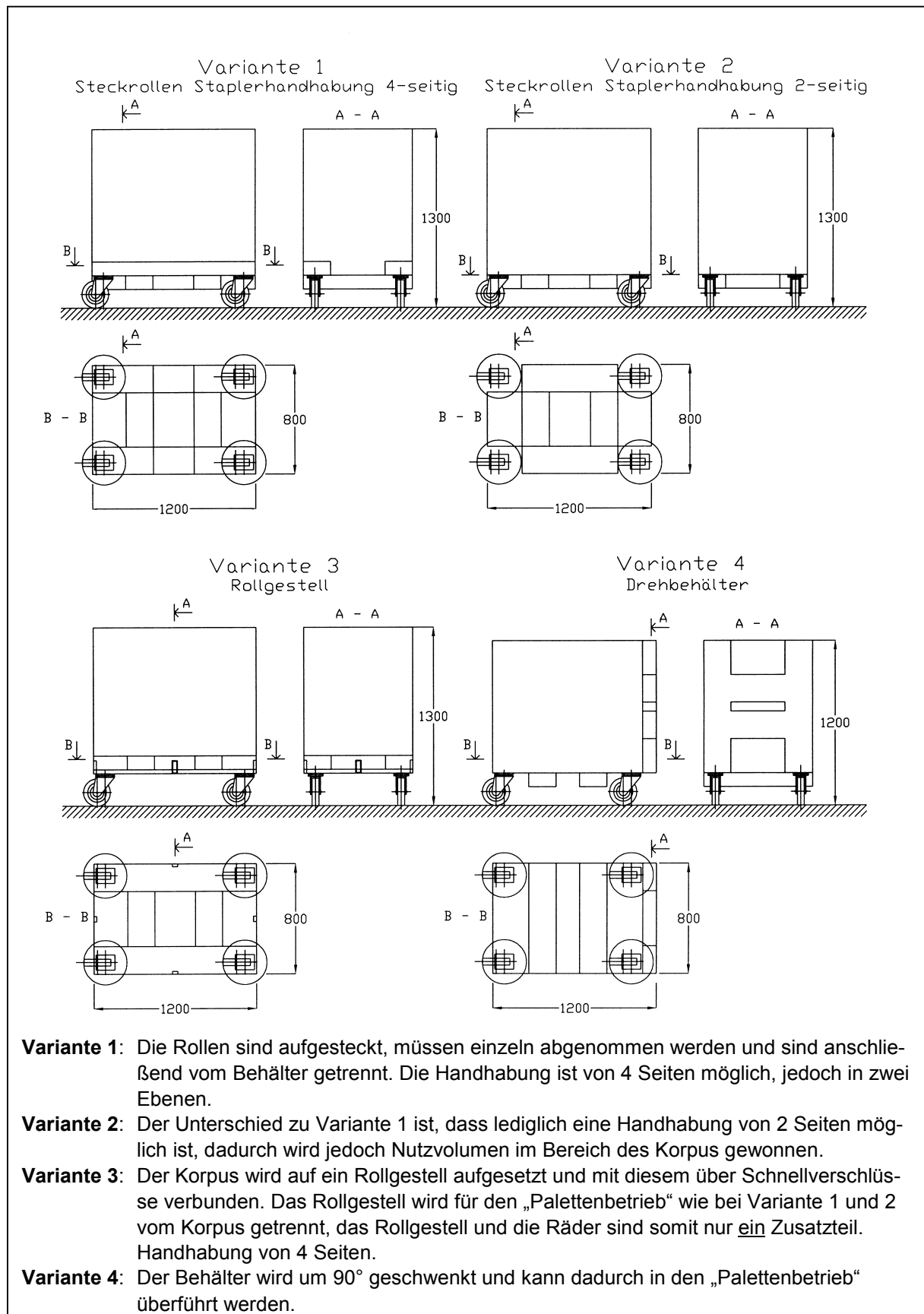


Bild A.1: Grobkonstruktionsvarianten 1 bis 4 der Bodengruppe des Industrie-Entsorgungsbehälters

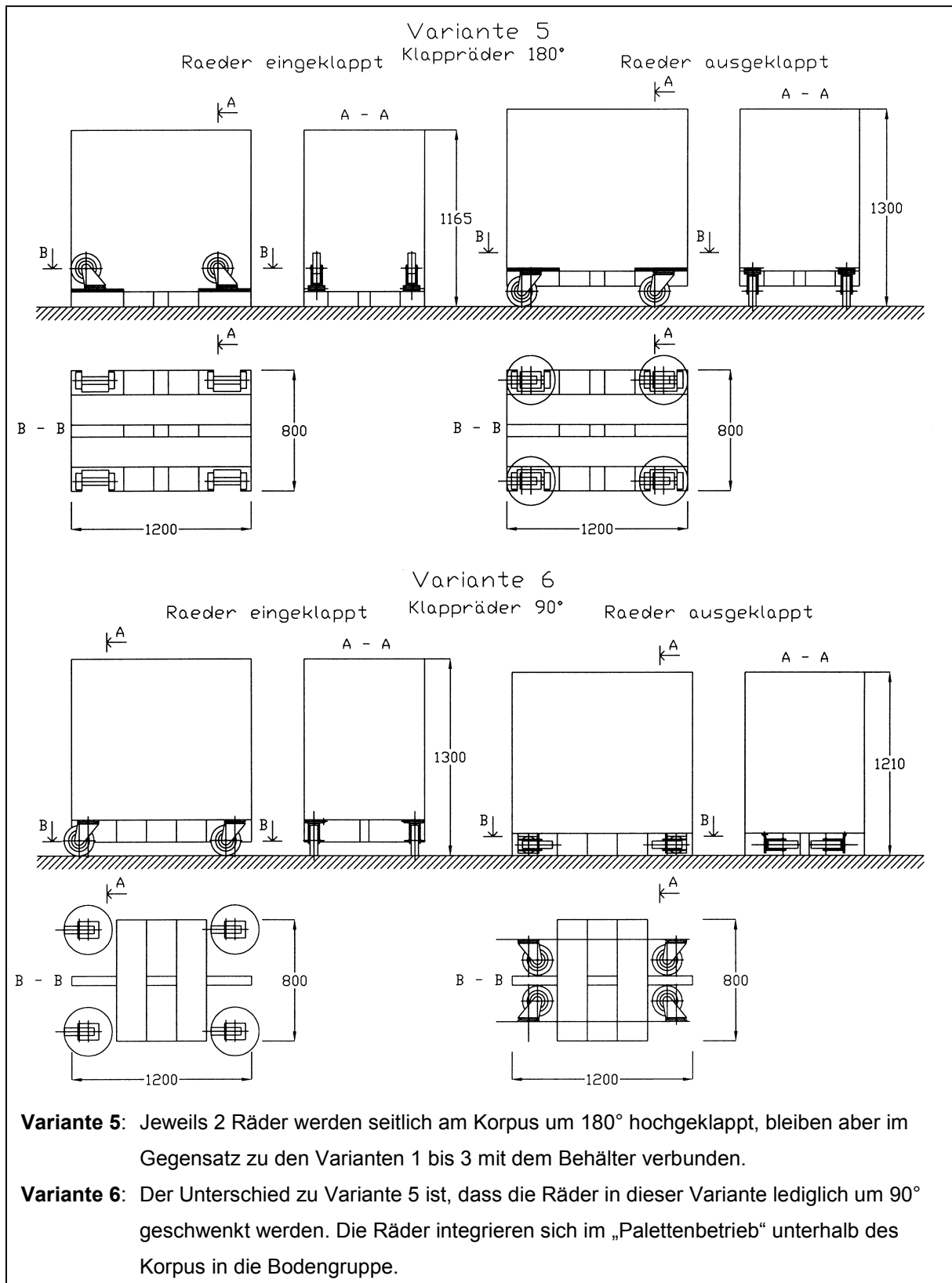


Bild A.2: Grobkonstruktionsvarianten 5 und 6 der Bodengruppe des Industrie-Entsorgungsbehälters

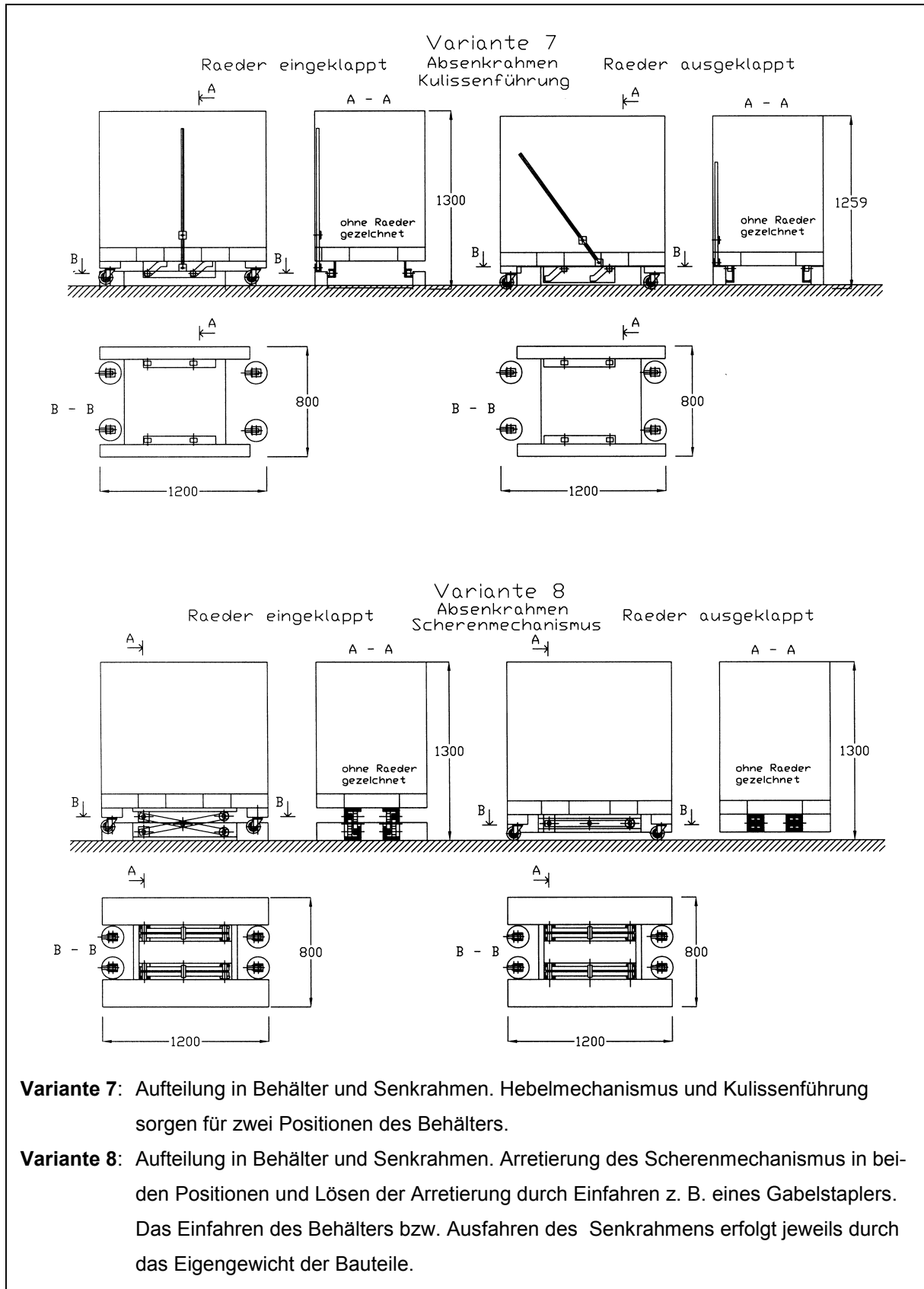


Bild A.3: Grobkonstruktionsvarianten 7 und 8 der Bodengruppe des Industrie-Entsorgungsbehälters

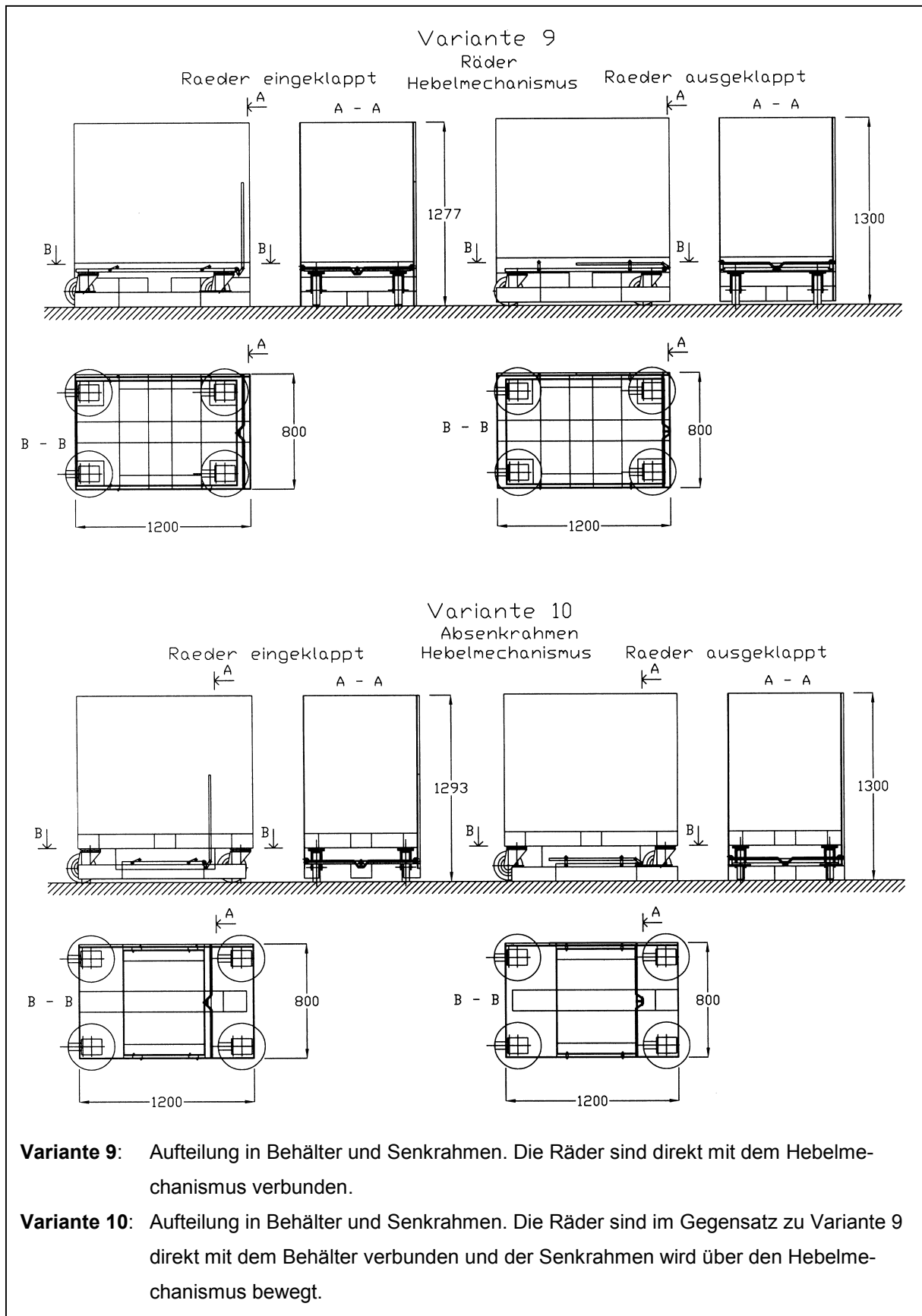


Bild A.4: Grobkonstruktionsvarianten 9 und 10 der Bodengruppe des Industrie-Entsorgungsbehälters

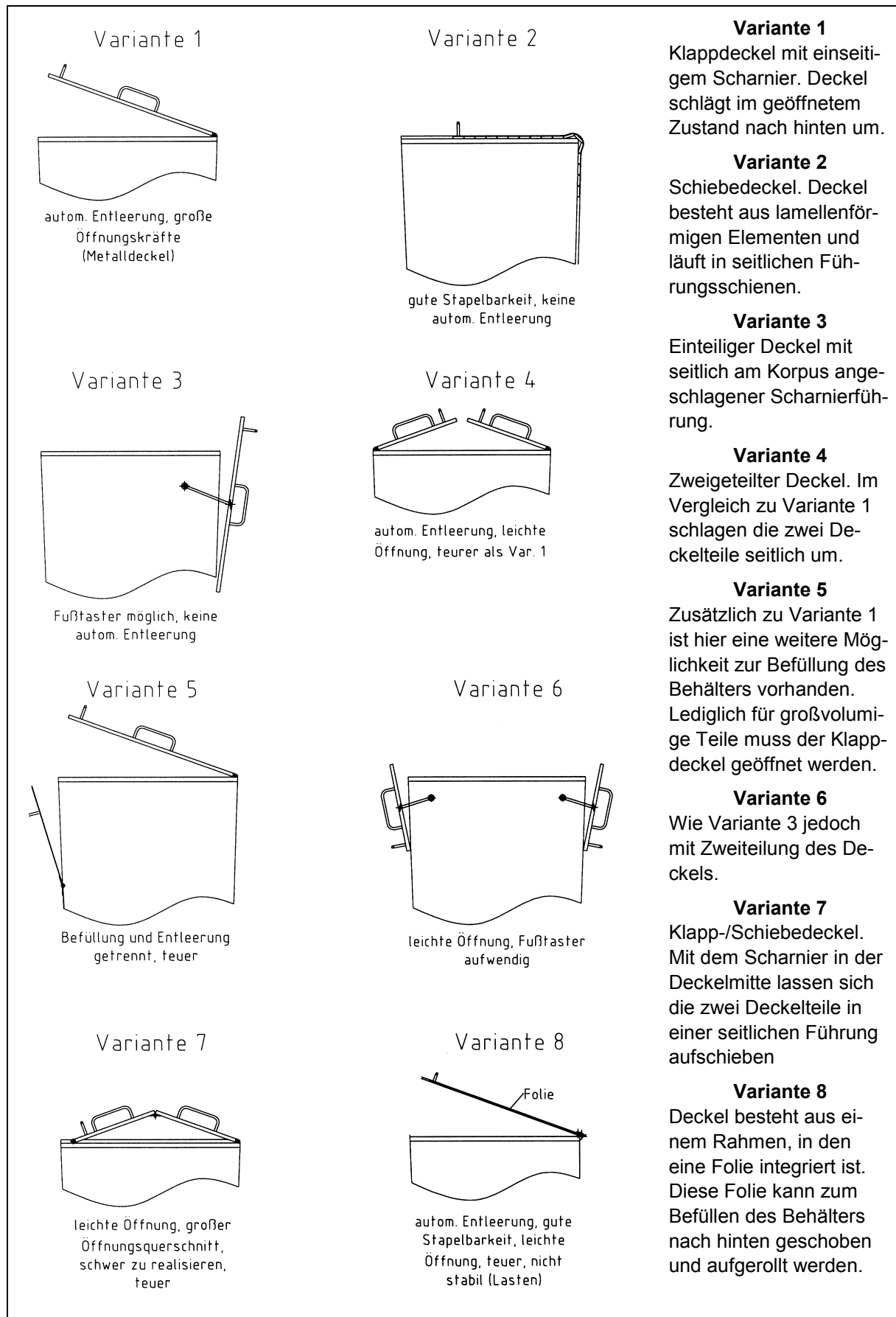


Bild A.5: Grobkonstruktionsvarianten vom Deckel des Industrie-Entsorgungsbehälters

Beispielunternehmen A					
Hallen-Nr. (i=1 bis m)	Behälter- Anzahl	Gesamtfahr- strecke Luftlinie ohne Umfwegfaktor	Gesamtfahr- strecke Luftlinie mit Umfwegfaktor	Gesamtfahr- strecke Soll gemäß Wegenetz	Abweichung N
1	25	26.295 m	36.813 m	36.425 m	1%
2	3	2.866 m	4.013 m	3.975 m	1%
3	1	856 m	1.198 m	1.192 m	1%
4	2	1.626 m	2.276 m	2.299 m	-1%
5	4	2.683 m	3.756 m	3.710 m	1%
6	2	1.142 m	1.599 m	1.516 m	5%
7	3	3.571 m	5.000 m	5.135 m	-3%
8	3	2.847 m	3.986 m	4.125 m	-3%
9	50	34.860 m	48.804 m	85.970 m	-43%
10	14	9.304 m	13.026 m	21.762 m	-40%
11	25	9.720 m	13.608 m	13.475 m	1%
12	12	3.905 m	5.467 m	4.310 m	27%
13	2	400 m	560 m	551 m	2%
14	18	15.872 m	22.221 m	27.860 m	-20%
15	17	10.880 m	15.232 m	22.103 m	-31%
16	38	13.703 m	19.184 m	18.362 m	4%
17	3	616 m	863 m	1.215 m	-29%
18	6	3.565 m	4.991 m	6.803 m	-27%
19	23	21.036 m	29.450 m	33.534 m	-12%
20	25	22.855 m	31.997 m	53.270 m	-40%
21	4	4.009 m	5.612 m	8.182 m	-31%
22	2	2.207 m	3.090 m	4.334 m	-29%
23	2	2.429 m	3.400 m	4.930 m	-31%
24	3	4.336 m	6.070 m	7.549 m	-20%
25	2	3.188 m	4.464 m	5.717 m	-22%
26	1	1.774 m	2.484 m	3.073 m	-19%
27	42	60.530 m	84.743 m	111.804 m	-24%
28	42	60.539 m	84.754 m	83.546 m	1%
29	166	326.555 m	457.177 m	427.085 m	7%
30	3	6.469 m	9.056 m	9.757 m	-7%
31	166	366.163 m	512.628 m	600.588 m	-15%
32	2	4.822 m	6.751 m	6.528 m	3%
33	6	15.656 m	21.919 m	22.212 m	-1%
34	5	13.402 m	18.763 m	18.517 m	1%
35	3	6.666 m	9.332 m	10.268 m	-9%
36	3	7.784 m	10.897 m	9.143 m	19%
37	2	5.513 m	7.718 m	6.858 m	13%
Summe =	730	1.080.645 m	1.512.903 m	1.687.682 m	

Bild A.6: Ausgangsdaten für die Fehlerbetrachtung des Wegenetzes für Beispielunternehmen A

Beispielunternehmen B					
Hallen-Nr.	Behälter-Anzahl	Gesamtfahrstrecke Luftlinie ohne Umwegfaktor	Gesamtfahrstrecke Luftlinie mit Umwegfaktor	Gesamtfahrstrecke Soll gemäß Wegenetz	Abweichung N
1	16	10.816 m	15.142 m	12.758 m	19%
2	16	7.872 m	11.021 m	11.165 m	1%
3	13	7.166 m	10.032 m	8.554 m	17%
4	14	7.706 m	10.788 m	9.772 m	10%
5	10	4.616 m	6.462 m	5.530 m	17%
6	40	13.416 m	18.782 m	17.920 m	5%
7	7	2.524 m	3.534 m	3.080 m	15%
8	10	2.518 m	3.525 m	3.086 m	14%
9	19	3.211 m	4.495 m	4.332 m	4%
10	8	1.987 m	2.782 m	2.782 m	0%
Summe =	153	61.832 m	86.564 m	78.980 m	

Bild A.7: Ausgangsdaten für die Fehlerbetrachtung des Wegenetzes für Beispielunternehmen B

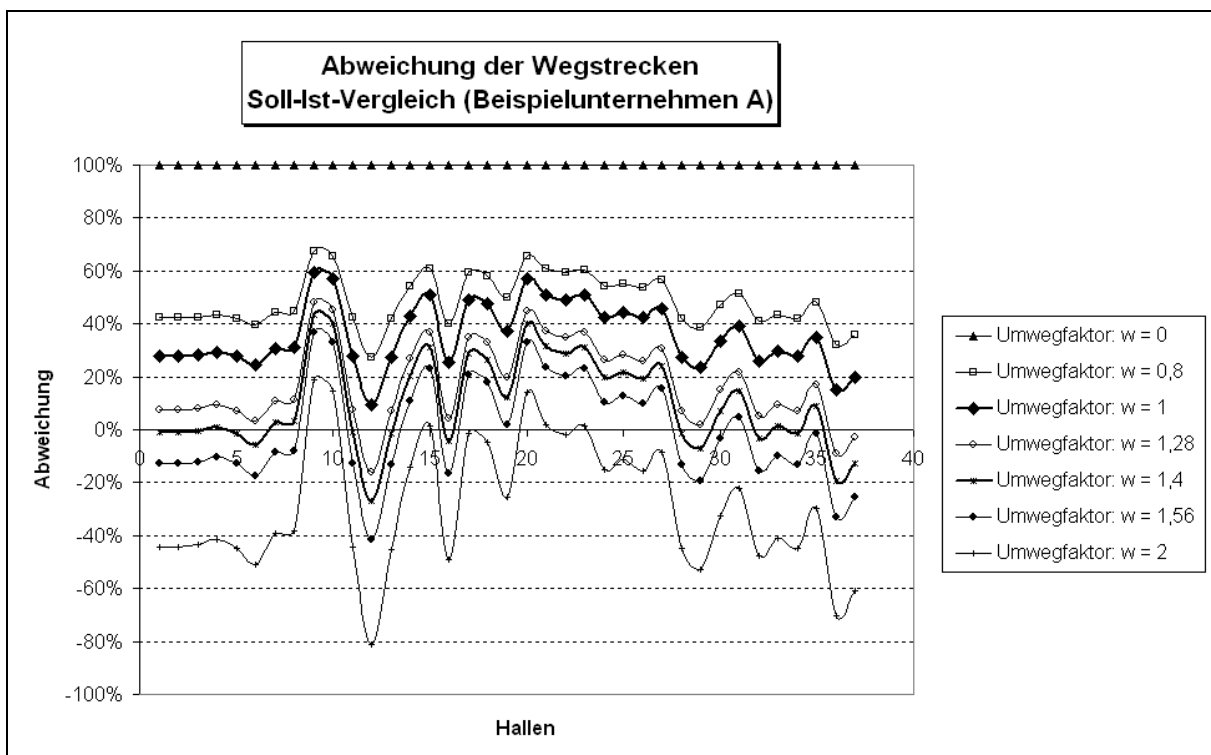


Bild A.8: Abweichung der Wegstrecken als Soll-Ist-Vergleich bei unterschiedlichen Umwegfaktoren für Beispielunternehmen A

Lebenslauf

Name: Jörg Heimsoth
Geburtsdatum: 10.11.1967
Geburtsort: Mettmann
Staatsangehörigkeit: deutsch
Familienstand: verheiratet, 2 Kinder

Schule

1974 - 1978 Busenberg - Grundschule, Dortmund
1978 - 1987 Phoenix – Gymnasium, Dortmund. Mai 1987: Abitur

Wehrdienst

1987 - 1988 Unna – Kgb., Instandsetzungs – Ausbildungskompanie

Studium

Oktober 1988 Studium des Maschinenbaus an der Universität Dortmund
März - Juni 1992 Auslandsstudium an der University of Limerick, Irland
Dezember 1994 Abschluss als Diplom-Ingenieur

Berufliche Tätigkeit

Juni 1995 bis September 1995 LogTech Logistik-Technologie GmbH, Dortmund
seit Oktober 1995 Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Fördertechnik und Logistik, Universität Stuttgart