

Aus der Krise lernen – Wirtschaftlichkeit durch Flexibilität und Wandlungsfähigkeit sichern

How to learn from the crisis –
Efficiency by flexibility and transformability in Airline Catering Facilities

Jan Schmidt

Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik fml,
Technische Universität München TUM /
Salzgitter Flachstahl GmbH

Flexible und wandelbare Fabrikstrukturen sind von hoher Bedeutung, wenn Produktionsstätten in einem turbulenten Umfeld langfristig wettbewerbsfähig bleiben sollen; darin sind sich Forschung und Praxis einig. Während der jüngsten weltweiten Wirtschaftskrise wurden Experten aus dem Airline-Catering-Umfeld befragt, wie Betriebe dieser Branche auf starke Veränderungen vorbereitet sind. – Vorgespräche und Analysen des Autors legten die Vermutung nahe, dass diese Dienstleistungsbranche besonderen Flexibilitätsanforderungen unterliegt. Im Rahmen einer detaillierten Studie, deren Erkenntnisse in einer Dissertation zusammengefasst werden, sind Interviews mit Experten geführt worden. Aus den Ergebnissen der Interviews wurden Schlussfolgerungen auf erforderliche, flexible Materialflusstechniklösungen, im Speziellen Elektrohängebahnen (EHB), und bauliche Anpassungen nach dem „Konzept Internet der Dinge“ gezogen. Szenarioanalysen zu Wirtschaftlichkeits- und Risikoaspekten durchleuchteten die generierten Ansätze. Anschließend an die quantitative Analyse wurden die Ansätze ebenfalls durch eine qualitative Bewertung herkömmlichen Lösungen gegenübergestellt. Die aufgebaute Bewertungsmethode ist sowohl geeignet, um in zukünftigen Projekten die Entscheidung für oder gegen eine wandelbare Ausführung zu treffen, als auch andere Branchen auf die grundsätzliche Sinnhaftigkeit des Einsatzes wandelbarer Materialflusstechnik zu überprüfen.

[Schlüsselwörter: Konzept Wandlungsfähigkeit, Bewertungsmethode Wandelbarkeit, Internet der Dinge, Branchenanalyse am Beispiel Airline Catering, Elektrohängebahn (EHB)]

A State-of-the-art science and technology for factories have to be flexible and transformable for a long-term usage in an unstable environment. During the global economic recession of the late 2000s experts of the airline catering industry were interviewed to get a picture how facilities are prepared today for strong changes. – Preliminary analysis and talks by the article’s author led to the presumption that this service industry has

high requirements for flexibility and changeability. Part of a detailed study that will be described within a doctoral dissertation were interviews done with experts of the industry. As a conclusion from the interviews the required flexible and transformable material handling solutions and necessary adjustments in construction were described by using the concept “Internet of Things”. Scenario analysis for feasibility and risk evaluation was concluded to check the developed alternatives. After this quantitative analysis a non-quantitative check-up was also done to compare these alternatives with traditional material handling solutions as build-up until today in Airline Catering facilities. The evaluation method can be used in future planning projects and also for the general analysis of further branches concerning the feasibility of changeable material flow systems..

[Keywords: Concept of transformability, Evaluation method of transformability, Internet of Things, Analysis of Airline Catering Industry, Electric Monorail System (EMS)]

1 EINLEITUNG

1.1 ERFOLGSFAKTOREN MODERNER FABRIKEN UND DIENSTLEISTUNGSBETRIEBE

Weil sich die Anforderungen zunehmend schneller wandeln, besteht heute und insbesondere für künftige Fabriken die Notwendigkeit, sich flexibel und schnell an ein geändertes Umfeld anpassen zu können. Demgegenüber steht die Forderung nach Effizienz und hoher Durchsatzleistung. Fabriken sind in der Regel bei Massenfertigung auf umfangreiche Automatisierungslösungen angewiesen, um eine Produktion zu adäquaten Kosten realisieren zu können. Diese Aussagen gelten für Produktionsbetriebe im Allgemeinen und lassen sich auf Dienstleistungsbetriebe im Airline Catering (im Folgenden mit „AC“ abgekürzt) übertragen, wie sie an großen Flughäfen, z.B. in Frankfurt (FRA), London (LHR) oder Dubai

(DXB) zu finden sind. Dabei handelt es sich um Großbetriebe an internationalen Hub-Flughäfen, die als Knotenpunkte für nationale und internationale Netzwerke fungieren.

Bei den Cateringbetrieben ist von hocheffizienten Produktionsstätten von Speisen und Getränken mit kurzen Durchlaufzeiten die Rede. Neben der Speisenzubereitung oder der bloßen Zusammenstellung mit vorheriger Herstellung an einem anderen Ort erfolgt die Kommissionierung verschiedenster für den Flugverkehr erforderlicher Produkte, wie z.B. Getränken, Duty-Free-Artikeln oder sonstigen Produkten, die den Aufenthalt an Bord angenehm gestalten. Modernste Hochleistungsbetriebe weisen Flächen von bis zu 50.000 m² auf und erreichen damit Kapazitäten von über 100.000 Mahlzeiten pro Tag. Hier sind für den 24-stündigen Betrieb an sieben Tagen pro Woche oft mehr als 2.000 Mitarbeiter tätig. Die Reaktionsfähigkeit wird dabei häufig auf die Probe gestellt: So wird z.B. bei kurzfristiger Korrektur der Passagierzahlen eine Reaktion in rund 30 Minuten erwartet.

Ab einer Kapazität von etwa 30.000 Mahlzeiten pro Tag hat sich durch Planungsprojekte gezeigt (Einschätzung langjähriger Cateringplaner der i+o Industriepanung und Organisation GmbH & Co. KG), dass eine Automatisierung der innerbetrieblichen Transportprozesse unverzichtbar ist. Dabei handelt es sich vornehmlich um den Transport von Standard-Catering-Trolleys für Flugzeuge sowie deren Inhalt, für die nach Expertenmeinung kurz- und mittelfristig auch keine Veränderung in Sicht ist. Prozesskosten und die operative Durchsatzleistung legen diese Transportautomatisierung nahe. Ein manueller Transport der Güter wäre mit vergleichbarem Ergebnis nicht mehr möglich. Meist sind Elektrohängebahnen (EHB) als Materialflusstechnik hierfür im Einsatz. Dies liegt an folgenden Eigenschaften der EHB, die als positiv für das Airline Catering zu bewerten sind: hohe Durchsatzleistung und flurfreie Förderung, was unter hygienischen und flächensparenden Aspekten als vorteilhaft zu bewerten ist. Außerdem zeigen EHB eine gute Aufnahmefähigkeit von Airline Trolleys und Paletten, eine Steigfähigkeit und somit eine gute Einsetzbarkeit über mehrere Ebenen, ggf. auch ohne Senkrechtförderer.

1.2 MOTIVATION

Ziel der im Folgenden beschriebenen Studie, deren Details kurzfristig als Dissertation des Autors veröffentlicht werden, ist es, einerseits am konkreten Beispiel, hier des Airline Caterings aufzuzeigen, dass Anwendungsfelder existieren, in denen der Einsatz wandelbarer Materialflusstechnik wirtschaftlich ist. Zweites soll das methodische Vorgehen und das Bewertungswerkzeug erläutert werden, um diesen Nachweis zu liefern und zukünftige Entscheidungen zu unterstützen oder weitere Anwendungsfelder zu analysieren.

Dazu wurden zunächst die im Folgenden beschriebenen Anforderungen an wandelbare Materialflusstechnik im AC herausgearbeitet, leitfadengeführte Experteninterviews geführt, um eine branchenspezifische Einschätzung zu bekommen und dann technische Lösungen definiert. Mittels Szenariotechnik und einem dafür geschaffenen Bewertungswerkzeug aus den drei Modulen Wirtschaftlichkeitsbetrachtung, Risikoanalyse und qualitativer Bewertung wurden diese Szenarien einander gegenüber gestellt.

2 ERKENNTNISSTAND IN TECHNIK UND FORSCHUNG

2.1 ANFORDERUNGEN AN WANDELBARE MATERIALFLUSSTECHNIK IM AIRLINE CATERING

EHB und angebundene Transportmittel müssten folgende Flexibilitätsanforderungen erfüllen [Gün-2002],[Han-2001], wenn man die allgemeinen Anforderungen an wandelbare Fabriken und die darin befindlichen Materialflusssysteme auf das Airline Catering überträgt:

- Fördergutflexibilität beschreibt die Fähigkeit, unterschiedlichste Güter mit variierenden Abmessungen transportieren zu können
- Layoutflexibilität beschreibt die Fähigkeit, jeden Ort der Fabrik mittels Fördertechnik erreichen zu können, wie z.B. bei kurzfristiger Veränderung der Anordnung von Betriebsmitteln
- Durchsatzflexibilität: Anpassung auf schwankende Transportauftragszahlen

Leider gibt es kein System, das die o.g. Anforderungen vollständig erfüllt und gleichzeitig bei vertretbarer Investitionssumme realisierbar ist. Dies gilt insbesondere für die flächenmäßig sehr umfangreichen Airline Catering Anlagen. Vielmehr sollten folgende Kriterien ergänzt werden, um durch Einschränkungen die o.g. Merkmale mit vertretbaren Kosten zu erfüllen:

- Erweiterungsfähigkeit beschreibt die Fähigkeit, neue Gebäude an das Materialflusssystem anbinden zu können oder neue Übergabeplätze innerhalb bestehender Bereiche
- Integrationsfähigkeit beschreibt die Fähigkeit zur Einbindung in Leit- und PPS-Systeme und die Fähigkeit zur technischen und steuerungstechnischen Verkettung mit anderen Materialflusssystemen
- Flexibilität des Automatisierungsgrades: Anpassungsfähigkeit in Abhängigkeit von Wandelbar-

keitsanforderungen, Kosten und Automatisierungsgrad

Die Frage ist, wo unter technisch-ökonomischen Gesichtspunkten der optimale Kompromiss zwischen der Erfüllung der o.g. Fähigkeiten und einem wirtschaftlichen Betrieb liegt.

2.2 LEITFADENGEFÜHRTE INTERVIEWS ZUR SYSTEMATISCHEN EXPERTENBEFRAGUNG

Zur Airline Catering Branche und speziell im Kontext deren Wandlungsfähigkeit existiert praktisch keine Literatur. Bei den verfügbaren Veröffentlichungen handelt es sich im Wesentlichen um folgende Quellen und Bereiche: Annual Travel Catering Trends Survey 2008 des Travel Catering Research Centre [Joh-2008], Literatur zum Thema „Flexibilität und Wandelbarkeit“, insbesondere mit Fokus auf die produzierende Industrie und für die Serien- und Kleinserienfertigung, betriebswirtschaftliche Arbeiten zum Thema Dienstleistungsproduktion und Ökonomie der Airline Industrie sowie betriebswirtschaftliche Werke aus dem Themenfeld Investition und Finanzierung.

Aufgrund der Tatsache, dass bisher keine wissenschaftlichen Untersuchungen zur Analyse der Wandelbarkeit in Airline Catering Betrieben und insbesondere mit Blick auf die eingesetzte Fördertechnik publiziert wurden, ist die Durchführung von Experteninterviews sinnvoll, um eine fundierte Daten- / Informationsbasis aufzubauen. Für die Gestaltung der Forschungsmethodik wurde insbesondere auf Literatur aus der Sozialwissenschaft zurückgegriffen, da hier die aufschlussreichsten und intensivsten Diskussionen der Forschungsmethodik vorzufinden sind.

Aufgrund fehlender wissenschaftlicher Literatur und empirischer Studien zum o.g. Themenkomplex bietet sich eine qualitative Forschungsmethodik an, die zur Erkundung neuer und theoretisch wenig strukturierter Gegenstandsbereiche sehr gut geeignet ist [Lam-2005].

Während die quantitative Forschungsmethode als zweite und zugleich häufiger angewandte Alternative der empirischen Sozialforschung vorab formulierte Hypothesen auf ihre Falsifizierbarkeit untersucht [Cha-1999], [Zah-1998], [Sch-2008], verzichtet die qualitative Forschung auf die Ex-ante-Hypothesenbildung [Lam-2005]. Die Hypothese wird vielmehr im laufenden Prozess der Datenerfassung und der Datenanalyse generiert, modifiziert und verallgemeinert [Att-2003], woraus Theorien und Modelle abgeleitet werden [Cro-2002], [Bor-2002]. Ein induktives Vorgehen sorgt durch die Erweiterung von Beobachtungen im Einzelfall auf die Gesamtheit für die Gewinnung wissenschaftlicher Ergebnisse in der qualitativen Forschung [Bor-2002].

Während die quantitative Forschung von standardisierten Befragungsschemata für die Erhebung von Daten Gebrauch macht [Bor-2002], [Sch-2008], die mithilfe statistischer Methoden ausgewertet werden, erfordern qualitative Methoden Offenheit des Forschers gegenüber Entwicklungen sowie Flexibilität und Reaktionsfähigkeit auf Veränderungen [Lam-2005].

In der Airline Catering Branche sind vor allem die folgenden Stakeholder von Bedeutung [Joh-2008]:

- Airlines
- In-Flight Catering Unternehmen
- Lebensmittellieferanten
- sonstige Lieferanten

Ergänzend dazu sind im Kontext der hier beschriebenen Studie und abweichend zu Johan/Jones [Joh-2008] die beiden folgenden Gruppen hervorzuheben:

- Planer von Airline Catering Betrieben (ergänzend)
- Anlagenlieferanten, insbesondere Fördertechnik (als Untergruppe der zuvor genannten sonstigen Lieferanten, die bei Johan/Jones nicht signifikant repräsentiert sind)

Die Branche stellt sich laut Jones [Jon-2004] als relativ überschaubar, mit einigen wenigen Hauptakteuren dar. Betrachtet man exemplarisch den deutschen Markt, so sind neben einigen kleineren Gesellschaften insbesondere drei Betreiber von Airline Catering Betrieben aktiv und decken den Hauptanteil des Marktes an den internationalen Großflughäfen ab. Bei den drei führenden Gesellschaften am deutschen Markt handelt es sich um die LSG (ca. 30 % Weltmarktanteil; 2,1 Mrd. € Umsatz 2009 und 2008 rund 2,4 Mio. €; rund 405 Mio. Essen p. a.), GateGourmet (2,7 Mrd. CHF, 2009) und Do&Co (0,4 Mrd. €; davon 75 % im Airline Catering). Alle drei Unternehmen nehmen auch im gesamteuropäischen Markt führende Rollen ein.

Die infrage kommenden Materialflusstechnik-Lieferanten weltweit für EHB-Lösungen mit entsprechenden Referenzen beschränken sich auf wenige Unternehmen. Insofern ist die Anzahl der zu Interviewzwecken verfügbaren Experten sehr begrenzt. Die geringe Grundgesamtheit, auszumachen an der geringen Zahl der hierfür relevanten Ansprechpartner, lässt keine quantitativen Methoden zu. Im Gegensatz zum Vorgehen bei den von Johan/Jones verfassten jährlichen Studien, bedarf es für die vorliegende Fragestellung spezieller Gesprächspartner, die neben den reinen Prognosen zur Veränderung der Rahmenbedingungen auch in der Lage sind, konkrete Ableitungen von Maßnahmen für das operative Geschäft und

die Produktionsstätten vorzunehmen. Idealerweise verfügen die Gesprächspartner darüber hinaus bereits über Erfahrungen mit Wandlungsprojekten. Vor diesem Hintergrund erweist sich eine empirisch-qualitative Explorationsstrategie als geeignet, bei der die Erkenntnisse anhand der Erhebung qualitativer Daten gewonnen werden [Bor-2002].

Das qualitative Interview als eine der wichtigsten Methoden der qualitativen Forschung [Lam-2005] bietet sich als sehr geeignete Erhebungsmethode an. Die hierbei geführten Experteninterviews ermöglichen den unmittelbaren Zugang zu den Interviewten und bieten somit eine authentische Rekonstruktion von besonders exklusivem, detailliertem und umfassendem Wissen an [Pfa-2005]. Die Interpretationen des ausgewerteten, nicht numerischen Datenmaterials müssen stets intersubjektiv nachvollziehbar sein, so dass Dritte jeden erfolgten Forschungsfortschritt als logische Schlussfolgerung auffassen können [Boh-2008].

Im Rahmen der qualitativen Sozialforschung werden Experteninterviews i. d. R. als leitfadengestützte Interviews durchgeführt [Glä-2004], bei denen eine im Vorfeld erstellte Liste offener Fragen (Leitfaden des Interviews) als Grundlage des Gesprächs dient. Diese Art des Interviews bietet sich immer dann an, wenn mehrere unterschiedliche Themen untersucht und einzelne, genau bestimmbare Informationen erhoben werden müssen [Glä-2004]. Im Falle offener Fragen ergibt sich dem Befragten

die Möglichkeit, aus einem quasi uneingeschränkten Fundus an Erfahrungen zu schöpfen und umfangreiche und nicht standardisierte Antworten zu geben. Dieser Spielraum erlaubt zugleich, individuell auf die auf unterschiedlichen Wissensständen beruhenden Verständnisfragen einzugehen sowie Ergänzungen und Anmerkungen aufzunehmen. Der Interviewer hat zudem die Möglichkeit, Fragen zu stellen, die sich aus dem Verlauf des Interviews ergeben. Auf diesem Wege können Themen berücksichtigt werden, die bei der Ausarbeitung des Interviewleitfadens nicht berücksichtigt wurden bzw. werden konnten.

2.3 FÖRDERTECHNIK IN AIRLINE CATERING BETRIEBEN

Materialflüsse in großen Airline Catering Betrieben weisen ein erhebliches Volumen auf. Im Falle der Großbetriebe an internationalen Großflughäfen sind täglich über 100.000 Mahlzeiten zu transportieren (gilt für o.g. Betriebe, siehe 1.1), wodurch schnell deutlich wird, dass rein manuelle Systeme zwar eine maximale Flexibilität hätten, jedoch nicht geeignet sind, um die entsprechende Transportkapazität zur Verfügung zu stellen und den sicheren Transport an die Zielorte zu gewährleisten. Weiterhin kann durch automatische Transport- und Lagersysteme Effizienz in den Transportprozessen erreicht werden. Im Folgenden wird auf die in Airline Catering Betrieben verwendeten und in Frage kommenden Materialfluss- und Lagersysteme eingegangen.

Stetigförderer für Stückgüter					Unstetigförderer		
Flurgebunden					Flurfreie Fördermittel	Flurfördermittel	
Bandförderer	Kettenförderer	Rollen- u. Kugelbahn			Krane	Gleislos	Gleisgebunden
Gurttförderer	Plattenbandförderer	Rollenbahn angetrieben	Schubplattformförderer	Kreisförderer	Brückenkran	Stapler	Regalbediengerät
Kurvengurttförderer	Schuppenförderer	Rollenbahn ohne Antrieb	EPB/ETB	Schleppkreisförderer	Hängekran	Hubwagen	Wagen
Teleskopgurttförderer	Kippschalenförderer	Rollenstauförderer	Bodentransportsystem	Schleppzugförderer	Staplerkran	Schlepper	Verschiebeeinrichtung
Stahlbandförderer	Quergurttförderer	Röllchenbahn	Inverted P&F	Schleppgurttförderer	Portalkran	FTS	
Gliederbandförderer	Schuhsortierförderer	Schlepprollenförderer		Seilhängebahn	Drehkran	Handwagen	
Drahtgurttförderer	Schleppkettenförderer	Kugelbahn		Elektrohängebahn			
Riemenförderer	Tragkettenförderer						
	Staukettenförderer						
	Schaukelförderer						

Legende:
 □ : Vorauswahl – Eignung für wandelbare Materialflusssysteme
 — : in Airline Catering Betrieben verbreitet

Abbildung 2-1: Materialflusssysteme in Airline Catering Betrieben und deren Charakteristika (in Anlehnung an [Han-2001])

- Manuell gesteuerte bzw. angetriebene förder-technische Systeme: z.B. Stapler für Be- und Entladeprozesse von LKW und zur Bedienung von manuellen Palettenlagern; Hubwagen für Transporte von Paletten und Containern; Handwagen zum Kommissionieren etc.
- Behälterfördertechnik: für Tablettkonfektionierung z.B. Gurtförderer oder auch Gliederbandförderer, häufig in Ausführungen geeignet für Betriebe mit offenen Lebensmitteln; bei vorhandenen Automatischen Kleinteilelagern (AKL) für die Lagerung von Geschirr, Tablett etc. sind Vorzonen mittels Rollenförderern oder ähnlichen Fördertechnikmodulen ausgeführt, wie sie auch für die Förderung von Kleinladungsträgern (KLT) bekannt sind
- Automatisches Kleinteilelager (AKL) mit Regalbediengerät (RBG): Im Vergleich zu manuellen Regallösungen, wie etwa Fachbodenregalen, sehr kompakte hohe Lagerkapazität, also effiziente Raumnutzung, als auch eine relativ hohe dynamische Leistung (>> 100 Ein- und Auslageroperationen pro Stunde); als Sonderform sind in einigen Airline Catering Betrieben AKL in Kombination mit Schwerkraftrollenbahnen vorzufinden für Kommissionierung mit darüber liegenden Nachschubbereichen, wodurch 100% FiFo bei hoher Pickleistung erreicht wird
- Power & Free: Ältere größere Airline Catering Betriebe sind teilweise mit Power & Free Anlagen ausgestattet. In neueren Anlagen wird inzwischen Regelmäßig EHB als Alternative mit

Vorteilen hinsichtlich Flexibilität und dem Wegfall sehr langer angetriebener Schienenstrecken.

- Elektrohängebahn (EHB): zwangsgeführte Transportsysteme mit einzeln angetriebenen, flurfrei angeordneten Fahrzeugen, die geeignet sind, verschiedene Quellpunkte mit verschiedenen Zielpunkten zu verbinden [VDI-2345]. Besonders vorteilhaft ist für das AC die Verlagerung des Förderprozesses in den Überflurbereich, so dass die Produktionsfläche nur wenig beeinträchtigt zur Verfügung steht. Aufgrund großer Distanzen, hoher Durchsatzleistung und mehrgeschossigen Materialflüssen besonders geeignet für das AC. Praktisch in allen größeren Betrieben weltweit vorzufinden.

3 VORGEHEN UND ERKENNTNISSE ZUR BEWERTUNG DES WIRTSCHAFTLICHEN EINSATZES WANDELBARER MATERIALFLUSSTECHNIK IM AIRLINE CATERING

3.1 EXPERTENBEFRAGUNG – ERKENNTNISSE

Für die Durchführung der Befragungen im Rahmen der hier zitierten Studie und der zugehörigen in Kürze veröffentlichten Dissertation des Autors wurde ein mehrstufiges Forschungsdesign gewählt, bei dem die Ergebnisse der durchlaufenen Phasen in den Folgephasen Berücksichtigung finden. Die Abbildung 3-1 veranschaulicht die Vorgehensweise.

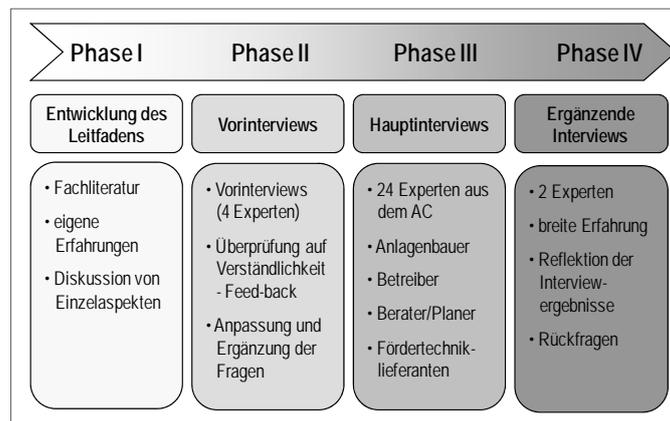


Abbildung 3-1: 4-stufiges Forschungsdesign der Expertenbefragung

Wie in Abschnitt 2.1 als erforderlich für dieses Vorgehen beschrieben, wurden Experten ausgewählt, die im Rahmen eines Interviews mit ihrem besonderen Wissen zur Lösung der vorliegenden Problemstellung beitragen können [Glä-2004]. Vor dem Hintergrund der vorliegenden Problemstellung wurden 30 internationale Interviewpartner aus fünf verschiedenen Gruppen ausgewählt und

befragt. Dabei handelt es sich um Betreiber, Planer, Anlagelieferanten, Airlines/Kunden und Sonstige.

Entsprechend der unter 2.1 beschriebenen Grundlagen zur Durchführung qualitativer Interviews von Experten wurde ein Interviewleitfaden zum Thema Flexibilität und Wandelbarkeit in der Airline Catering Branche er-

stellt und im Laufe des Vorgehens weiter angepasst. Die finale Version beinhaltet folgende Elemente:

1. Einleitung und Motivation: Erläuterung des Forschungsvorhabens und der Vorgehensweise sowie Anregung zur Reflektion, inwieweit die heute im Airline Catering zu findenden Anlagen und insbesondere die Materialflusstechnik auf Flexibilität und Wandlungsfähigkeit ausgerichtet sind
2. Trends im Airline Catering: Entwicklungen bei Kundenleistungen und deren Einfluss auf Produktion, Logistik und Planungsabläufen sowie die dynamische Veränderung von Parametern, wie Auftragsstruktur, Ladungsträgern und qualitativen Anforderungen
3. Erfahrungen mit der Umgestaltung (Wandel) von Anlagen bzw. veränderten Anforderungen: Berichte über eigene Erfahrungen der Experten mit Veränderungsprojekten, insb. im Zusammenhang mit Materialflusstechnik und speziell EHB mit Fokus auf Unterbrechungen, Planbarkeit der Veränderungen und allgemeinen Projekterfahrungen
4. Wahrscheinlichkeit von Wandlungen: Abschätzung der Wahrscheinlichkeit von Anforderungs-

änderungen in dem Maße, dass Wandlungen erforderlich sind, weil die vorgesehene Flexibilität hinsichtlich Mengengerüst, Auftragsstruktur, Abmessungen des Förderguts oder sonstiger funktionaler/qualitativer Merkmale überschritten wird

5. Bewertung der heutigen Wandlungsfähigkeit von Catering Anlagen: im Allgemeinen sowie für Gebäude, Fördertechnik und beim Umbau sonstiger Anlagen im Speziellen
6. Offene Diskussion

Nach Abschluss der Interviews erfolgte eine qualitative Zusammenfassung der Erkenntnisse aus den Interviews, gegliedert nach Themenschwerpunkten. Die dabei vorgenommene Interpretation des nicht numerischen Datenmaterials wurde textlich beschrieben, um die geforderte intersubjektive Nachvollziehbarkeit zu gewährleisten [Pfa-2005]. Die Abbildung 3-2 zeigt Themenschwerpunkte im Kontext Flexibilität und Wandelbarkeit, die in den Interviews mehrfach genannt wurden bzw. deren Richtigkeitsüberprüfung oder Detaillierung in den jeweils folgenden Gesprächen mittels weiterer Interviewpartner erfolgte.

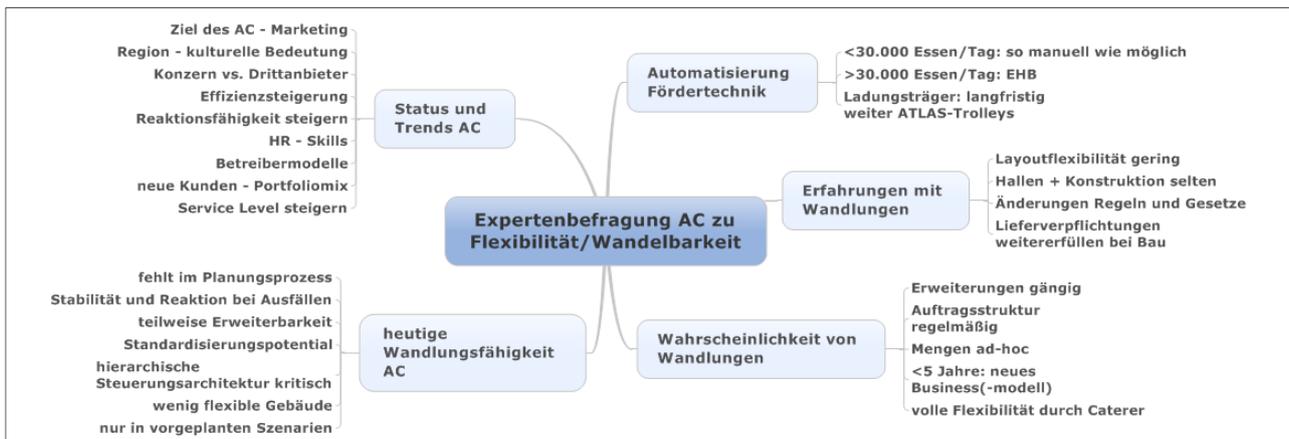


Abbildung 3-2: Expertenbefragung AC zu Flexibilität und Wandelbarkeit

Dabei wurde deutlich, dass Caterer regelmäßig mit erforderlichen Veränderungen konfrontiert sind, was durch die jüngsten Auswirkungen und die hohe Nachfragevolatilität während und unmittelbar nach der weltweiten Finanzkrise noch einmal bestätigt wird.

Hier sei hervorgehoben, dass Caterer nach eigener Einschätzung mindestens alle fünf Jahre einen regelmäßigen wesentlichen Veränderungsprozess durchlaufen, der z.B. durch geänderte Kundenanforderungen, Prozessanpassungen oder eine Variation der Wertschöpfungstiefe hervorgerufen wird. Im Gegenzug sehen sich aber die Dienstleister, die automatisiert vorgehen, d.h. in der Regel

bei einer Kapazität von mehr als 30.000 Essen/Tag, als wenig flexibel mit ihren Anlagen und Gebäuden aufgestellt. Kleinere Anbieter hingegen erreichen durch hohe manuelle Arbeitsanteile die geforderte Flexibilität eher.

Die gesammelten Erkenntnisse lassen sich in relevante, zu untersuchende Wandlungsszenarien überführen, aus denen sich wiederum folgende Hauptszenarien ergeben, die auf entscheidende Merkmale von wandelbaren Systemen abzielen:

- Veränderung der Produktionsleistung ohne Layoutveränderung --> Durchsatzflexibilität

- Erweiterung um Auf-/Abgabestationen --> Erweiterbarkeit
- Layoutveränderungen – zusätzliche Schienen, Versetzen von Auf- und Abgabestationen --> Layoutflexibilität und Erweiterbarkeit

Die folgende Abbildung (siehe Abb. 3-3) verdeutlicht die generelle Marktentwicklung im Airline Catering seit 1970 und gibt die Marktprognose von Airbus S.A.S. auf Basis von ICAO- (International Civil Aviation Organization) und Airbus-Daten wieder.

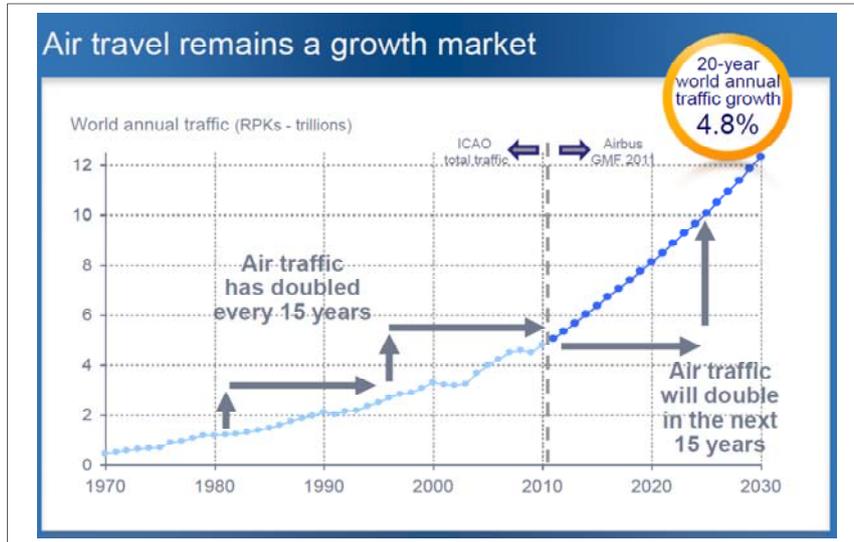


Abbildung 3-3: Rückblick und Prognose für Passagierzahlen in der Luftfahrt [Air-2011]

Danach wird das Passagieraufkommen – und somit das Airline Catering Volumen – in den kommenden Jahren weiter rasant zunehmen. Der jährliche Zuwachs wird mit 4,8% p.a. über einen Zeitraum von 20 Jahren prognostiziert (RPK: Revenue-Passenger-Kilometers). Die ebenfalls dargestellten Grafiken „International Passenger Traffic and Passengers by Seat Class“ (siehe Abb. 3-4) veranschaulichen die Diskrepanz zwischen Economy und Premium-Segment, die wegen des deutlichen Unter-

schieds im Leistungsumfang von entscheidender Bedeutung für Caterer ist. In der Konsequenz wurden z.B. Caterer von der Finanzkrise ab 2008 noch härter getroffen als Airlines selbst und hatten einen noch rasanteren Anstieg des Geschäftes nach der Krise zu meistern. Inzwischen wurde das Vorkrisenniveau wieder erreicht bzw. schon übertroffen. Neben diesem makroökonomischen Einfluss veranschaulicht die Abbildung die hohe saisonale Volatilität für Caterer.

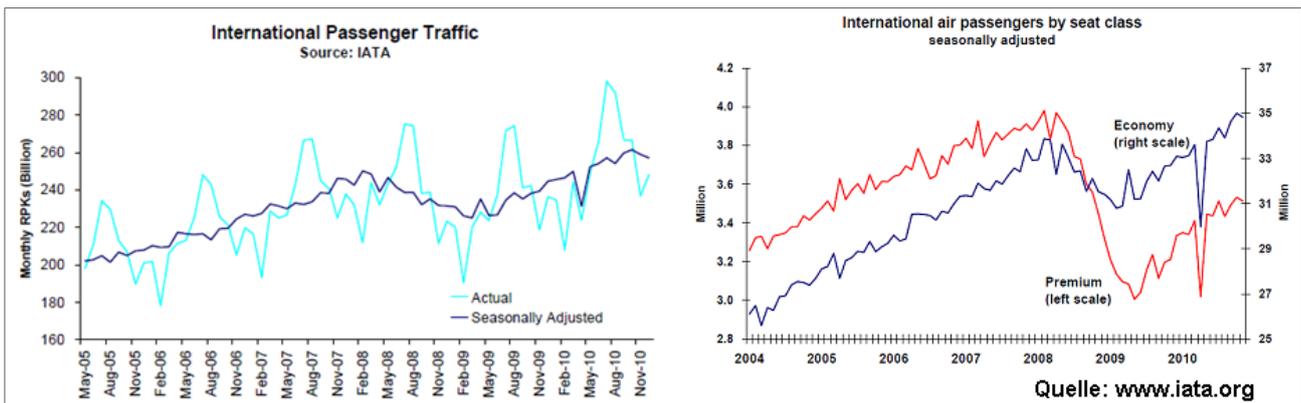


Abbildung 3-4: International Passenger Traffic and Passengers by Seat Class

Als Zwischenfazit kann festgehalten werden: Airline Caterer befinden sich in einem turbulenten Umfeld, so dass Flexibilität und die im nächsten Abschnitt näher zu

erläuternde Wandelbarkeit für Caterer grundsätzlich von Bedeutung ist.

3.2 TECHNISCHE LÖSUNGSANSÄTZE ZUR ERREICHUNG VON WANDELBARKEIT IM AIRLINE CATERING

Im Folgenden sind konzeptionell erarbeitete Lösungsansätze beschrieben, um eine Elektrohängebahn als fördertechnisches Kernelement einer Airline Catering Anlage wandlungsfähig zu gestalten. Die Aspekte sind strukturiert nach den Themenfeldern „Bau“, „Mechanik“, „Energie- und Medienversorgung“ sowie „Kommunikationstechnik und Steuerung“ gegliedert.

Spricht man im Kontext des Airline Caterings von Flexibilität und Wandlungsfähigkeit, so hat sich aus den im vorherigen Abschnitt beschriebenen Interviews ergeben, dass nicht das Bedürfnis für die tägliche Veränderung z.B. des Anlagenlayouts besteht, sondern das Bedürfnis in deutlich längeren Abständen von weniger als fünf Jahren, eher regelmäßig auftritt. Die im Folgenden beschriebenen Ansätze sind auf diese Häufigkeiten ausgerichtet.

3.2.1 BAU

Was die bauliche Flexibilität betrifft, sind zwei Merkmale von elementarer Bedeutung für die Fördertechnik: die Installations- oder Aufhängefähigkeit der EHB-Anlagen und die Vorbereitungen für Gruben im Boden, die für eine Positionierung von Auf- und Abgabestationen in der Regel Voraussetzung sind.

Für die Aufhängung von EHB-Anlagen gibt es folgende Alternativen:

- A) von der Decke abgehängt mittels Rohrhülsen
- B) von der Decke abgehängt mittels Halfenschienen
- C) aufgeständerte Lösung mittels Stahlkonstruktion auf dem Boden

A) und B) haben den Vorteil, dass die Tragkonstruktion flurfrei und somit gut zu reinigen ist. Außerdem bleibt die Nutzbarkeit der Bodenfläche nahezu vollständig erhalten. C) bietet eine höhere Flexibilität, was Veränderungen oder Erweiterungen der Strecken betrifft. Prinzipiell kann eine Aufständigung am erforderlichen Platz nachträglich positioniert werden, ohne bereits vorher entsprechende Vorrichtungen in der Decke vorsehen zu müssen. Selbstverständlich ist dazu eine entsprechende Tragfähigkeit und zulässige Punktlast des Bodens erforderlich.

Schon in der Neubauphase muss bei A) und B) eine Entscheidung getroffen werden, in welchen Bereichen des Gebäudes ein späterer Einsatz von EHB-Fördertechnik denkbar ist. Aus Kostengründen erscheint eine Ausstattung des gesamten Gebäudes mit entsprechenden Aufhän-

gungsvorrichtungen wenig sinnvoll. Lösung C) findet insbesondere im Automobilbau bei flexiblen Transport- und Montagelösungen bereits heute Anwendung [Dür-2005], stellt aber für den Catering-Bereich aus genannten Gründen eine eher ungeeignete Lösung dar.

Bodengruben sind der zweite wesentliche bauliche Einflussfaktor. Sie sind erforderlich, um eine entsprechende Übergabemöglichkeit an Auf- und Abgabestationen zu schaffen. Trolleys werden manuell auf dem Boden bewegt. Nach Einfahren in eine Bodenvertiefung können sie vom Gehänge des EHB-Fahrzeugs aufgenommen werden. Nachträglich zu schaffende Gruben sind ungünstig, da sie Schmutz und Staub verursachen und somit der operative Betrieb in Lebensmittel verarbeitenden Unternehmen signifikant beeinträchtigt wird. Somit kommen folgende, im weitesten Sinne flexible Lösungen, für die Trolleyaufnahme in Frage:

- A) Gruben mit Standardabmessungen in einem Raster vorsehen, zunächst mit Platten verschließen und vollständig luftdicht versiegeln
- B) Anstelle von Gruben können Gehänge mit Schrägen vorsehen werden, um ein Auffahren der Trolleys zu ermöglichen. Diese stellen aber einen zusätzlichen Kraftaufwand und eine Prozessverschlechterung dar.

3.2.2 MECHANIK

Damit aus mechanischer Sicht die zuvor benannten Flexibilitätsmerkmale erfüllt werden, sind die herkömmlichen mechanischen Elemente der EHB dahingehend zu modifizieren, dass für die Fördergutflexibilität eine genormte Schnittstelle zwischen EHB-Fahrzeug und Transportgehänge erforderlich ist. Derzeit erfolgt meist projektspezifisch unter Berücksichtigung der Parameter Last, Steigung, Pendelbewegung und Sicherheitsanforderungen eine Konstruktion dieser Schnittstelle. Dies könnte verbessert werden, indem die Schnittstellengestaltung in einer Norm geregelt würde, so dass Fahrzeug und Gehänge ohne weiteres von unterschiedlichen Herstellern kombiniert werden können. Noch wichtiger ist, dass ein unproblematischer Austausch des Gehänges bei neuen Anforderungen erfolgen kann.

Bei der Gestaltung des Transportgehänges ist darauf zu achten, dass auch Fördergüter mit abweichenden Lasten und Abmessungen in einer bestimmten Variationsbreite gefördert werden können. Hierbei ist auch zu berücksichtigen, dass eine Erhöhung der förderfähigen Last in der Regel unmittelbar zu steigenden Investitionen führt. Daher werden schon jetzt relativ flexible Gehänge realisiert, die z.B. den Transport von Full- und Halfsize-Trolleys sowie Transportwagen und Paletten ermöglichen.

Schienelemente, wie sie in der Praxis eingesetzt werden, weisen in der Regel eine Standardlänge von 6

Metern auf, sind durch eine geklemmte oder geschraubte Verbindung leicht umbaufähig und somit flexibel. Die VDI-Norm 3643 [VDI-3643] regelt diese Aspekte und hat sich insbesondere im Automotive Bereich durchgesetzt, der ca. 90% der Anwendungsfälle von EHB-Förder-technik darstellt. Sie findet aber auch in der Catering Branche Anwendung.

Ein wichtiger Aspekt für wandelbare Mechaniklösungen sind Hub- und Drehstationen. Dabei kommt es insbesondere auf deren Layoutflexibilität und Integrationsfähigkeit an. Um eine höchstmögliche Layoutflexibilität zu erreichen, müssten Hub- oder Drehgehänge eingesetzt werden. Diese können stationäre Auf- und Abgabestationen substituieren. Bei großen Anlagen mit weit über 100 EHB-Fahrzeugen, wie es z.B. bei den unter 1.1. genannten Betrieben Usus ist, kann diese Lösung aber nicht durchgängig eingesetzt werden. Der Preis für ein Fahrzeug mit Hubgehänge erreicht fast das Vierfache einer starren Lösung. Dieses entspricht bei rund 150 Fahrzeugen etwa 60 Auf- und Abgabestationen. Eine vollständige Ausstattung aller Fahrzeuge mit Hubgehänge kann nur für Anlagen mit geringer Anzahl von Fahrzeugen in Frage kommen. Im Airline Catering stellt sich die Frage, ob einzelne Fahrzeuge mit Hubgehänge ausgestattet werden sollten. Entscheidet man sich für eine solche Anlagenkonfiguration, so werden damit zusätzliche Parameter bei der Fahrzeugdisposition eingeführt.

Die Fahrzeuge sollten so ausgestattet sein, dass sie für einen Betrieb in beiden Richtungen ausgelegt sind. D.h. Rückwärtsfahrbetrieb muss in Ausnahmefällen möglich sein, was zusätzliche Abstands- und Sicherheits-sensorik bedeutet [Wil-2006]. Durch diese zusätzlichen Installationen kann die Flexibilität erhöht werden. Außerdem steigt die Reaktionsfähigkeit im Falle von Störungen. Sollte z.B. ein Fahrzeug liegen bleiben oder eine Hubstation ausfallen, könnten die in eine neu entstandene Sackgasse eingefahrenen Fahrzeuge rückwärts wieder ausfahren, auf einem alternativen Weg ihr Ziel erreichen oder eine alternative Destination anfahren. Rückwärtsfahrten bedeuten einen erhöhten Verschleiß an Schleifleitungen, stellen aber bei seltenem Auftreten kein Problem dar. In diesem Zusammenhang sei auch auf By-Pass Strecken verwiesen. Alternative Strecken können für eine Anlage erhebliche Ausfallsicherheit bedeuten.

Durch ein starres Schienennetz kann eine EHB per se keine vollständige Layoutflexibilität erreichen. Diese ist erst durch Kombination mit weiteren Fördertechniken möglich, wie z.B. der Integration einer Krananlage, die als Transfer fungiert. Auf diesem Wege kann die gesamte vom Kran überstrichene Fläche erreicht werden, sofern die Fahrzeuge ebenfalls mit Hubgehängen ausgestattet sind bzw. der Kranhub ausgenutzt wird. Für diese Lösung bietet sich aber im Zusammenhang mit dem Airline Catering derzeit kein zweckmäßiger Anwendungsfall an, da die Leistung des Krans, die im Airline Catering erforderli-

chen Transportzahlen nicht erreicht und andererseits keine ständigen Veränderungen der Auf- und Abgabepositionen erforderlich sind.

3.2.3 ENERGIE- UND MEDIENVERSORGUNG

Insbesondere sollte die Energieversorgung betrachtet werden: Druckluft und Hydraulik sind zwar erforderlich, spielen bei der Betrachtung der Wandelbarkeit aber eine eher untergeordnete Rolle. In der VDI-Norm 3643 ist bereits weitestgehend die Grundlage für Umbau- und Erweiterungsfähigkeit geregelt. Stromschienen sind so zu gestalten, dass Schienestücke ohne Änderung der vor- und nachgelagerten Abschnitte de- und wiedermontiert werden können. Unterschiedliche Stromschienen sind durch Adapter miteinander kombinierbar. Bei einer ausreichend kleinen Definition von Anlagenabschnitten können zu verändernden Bereiche individuell außer Betrieb gesetzt werden.

Schaltschränke sollten mit einer ausreichenden Sicherheit vorgesehen werden und in enger räumlicher Nähe zu ihren Anlagenelementen installiert sein. Wird auf eine entsprechende Differenzierung geachtet, so dass echte Anlagenmodule vorliegen, deren Grenzen von Steuerung, Mechanik und auch Energieversorgung einheitlich sind, sind dies gute Voraussetzungen für eine Verlegung eines Anlagenmoduls, wie etwa einer Hubstation oder einer Weiche.

Für die Energieversorgung der Fahrzeuge stehen zwei alternative Übertragungslösungen zur Verfügung: Schleifleitungen oder induktive Leiter. Induktive Leiter bieten insbesondere in brand- und explosionsgefährdeten Bereichen Vorteile. Beides ist für das Airline Catering wenig relevant. Rückwärtsfahrbetrieb sollte eine Ausnahme darstellen. Unter diesen Rahmenbedingungen können die ggf. geringfügigen Ersparnisse durch entfallenden Verschleiß von Schleifleitungen und Kontakten vernachlässigt werden.

3.2.4 KOMMUNIKATIONSTECHNIK UND STEUERUNG – KONZEPT „INTERNET DER DINGE“

Nach dem Vorbild des Internets wurde mit dem „Internet der Dinge“ ein neues Konzept definiert und anhand erster technischer Realisierungen zur Abbildung eines sich selbst steuernden Materialflusses [Gün-2010] die Ausgereiftheit der Lösungen unter Beweis gestellt. Wie bei dem Vorbild, dem Internet, handelt es sich dabei um ein Netzwerk, das aus einer unbegrenzten Anzahl von Netzwerken besteht und fast vollständig auf zentrale Instanzen verzichtet. Hierdurch wird es komplett skalierbar und robuster als es ein zentrales Netzwerk je sein könnte. Nach diesem Konzept wendet sich die Intralogistik von ihrem zentralen, hierarchischen Steuerungskonzept ab – hin zu einem dezentralen, hierarchielosen Aufbau. Transportgüter werden hierbei autonome Einheiten, die sich ei-

genständig zum Ziel steuern, indem sie mit intelligenten Förderern und Fahrzeugen kommunizieren, die wiederum Transportaufträge umsetzen können. Hiermit geht eine deutliche Fortsetzung eines allgemeinen Trends in der der Steuerungs- und Antriebstechnik einher – immer mehr Intelligenz wandert von übergeordneten Speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS) auf die direkte Feldebene des Materialflusssystems. Komponenten, wie elektrische Antriebe oder Frequenzumrichter verfügen bereits heute über programmierbare Microcontroller, so dass an dieser Stelle Programmiercode installiert werden kann. Mittels kleiner und inzwischen kostengünstiger Embedded-PC ergibt sich die Möglichkeit, die Steuerungslogik auf die operative Feldebene zu verlagern. Durch Ethernet-Schnittstellen ist meist eine Kommunikation über TCP/IP möglich. Der entscheidende Fortschritt ist, dass bisherige elektrische und mechanische Module um die Steuerung erweitert werden. D.h. es entstehen vollständige, autonome mechatronische Funktionseinheiten mit identischen Modulgrenzen für Mechanik, Elektrik und Steuerung.

Ein weiterer vorteilhafter Aspekt der Dezentralisierung liegt in der Datenhaltung. Hier macht sich das Konzept „Internet der Dinge“ den Fortschritt in der RFID-Technologie zu Nutze. Durch gestiegene Speicherkapazitäten auf RFID-Tags erfolgt der Schritt vom Data-On-Network-Prinzip hin zum Data-On-Chip-Prinzip. Das bedeutet, dass alle relevanten Daten, wie Identifikationsnummer und Transportziel, Ladungsart oder Geometrie und Gewichtsdaten, direkt von der Transporteinheit mitgeführt werden. Durch diese physische Verbindung von Transportobjekt und Datenhaltung entfällt ein erheblicher Anteil der Kommunikation im System und eine redundante Datenhaltung. Die Parallelen zwischen dem World Wide Web und dezentral gesteuerter Materialflusssysteme mit intelligenten Transporteinheiten werden im Konzept Internet der Dinge klar erkennbar.

Beim Internet der Dinge-Konzept entfällt der hierarchische Aufbau des Steuerungssystems und somit das übergeordnete Leitsystem. An seine Stelle treten dezentrale, selbstständige Materialflussmodule, die Aufgaben, wie das Schalten von Weichen oder die Wegberechnung, Streckenreservierungen bis hin zur Auslastungsoptimierung (Stauvermeidung) selbstständig übernehmen. Die autonomen Einheiten kooperieren dazu miteinander, sind intelligent und in der Lage, Aufgaben aus den verschiedenen Ebenen der konventionellen Steuerungspyramide zu übernehmen.

Bisherige starre, vordefinierte Abläufe werden durch neuartige dezentrale Verhaltensregeln und Kooperationsmechanismen substituiert, was einen weitgehenden Wandel in der Steuerungsprogrammierung und den vorhandenen Lösungen bedeutet. Nach einmaligem hohen Aufwand für die Erstimplementierung und die damit verbundene Entwicklung beim Hersteller führen diese zu einer deutlichen Vereinfachung bei der Realisierung von Mate-

rialflussteuerungen. Die sehr projektspezifische Programmierung des „allmächtigen“ Materialflussrechners (MFR) mit seinen Optimierungsregeln und Strategien entfällt. Dies bedeutet einen grundlegenden Wandel in der Materialflussteuerungskonzeption und einen Zugewinn an Flexibilität, um sich schnell und kostengünstig an neue Anforderungen und Umweltbedingungen zu adaptieren.

Bei der Konzeption des „Internets der Dinge“ und seiner Bausteine stand die funktionale Modularisierung im Fokus [Gün-2010], [Kuz-2010], um die heutige Schwachstelle der voneinander abweichenden mechanisch-elektrischen und steuerungsseitig zur Verfügung stehenden Modulbaukästen zu beseitigen und ihre voneinander abweichenden Schnittstellen anzugleichen. Der Einsatz von wiederverwendbaren Modulen soll weiter verstärkt werden, indem durch Baukastensysteme Skaleneffekte und somit Effizienz und Wirtschaftlichkeit von Materialfluslösungen verbessert werden. Die Module sind dabei aufgebaut nach den Grundsätzen: Zerlegbarkeit des Gesamtsystems in Module, freie Kombinierbarkeit der Module zu beliebigen Systemen, Verständlichkeit der Funktionen des Moduls für den Anwender oder Planer, ohne den Aufbau vollständig durchdringen zu müssen, Kapselung der Module, die Änderungen und Fehler innerhalb des Moduls ohne Auswirkungen über die Modulgrenzen hinaus erlaubt, einheitliche Systemgrenzen (Mechanik, Elektrik und Steuerung) sowie funktionsorientierte Systemgrenzen entsprechend der Modulfunktion mit Möglichkeit zum Testen, ohne in das Gesamtsystem integriert zu sein.

Als Bausteine des Internets der Dinge dienen Transporteinheiten, Module und Softwaredienste, wobei in Anlehnung an vorhandene Arbeiten zu Multiagentensystemen, nicht weiter zerlegbare Funktionseinheiten als Entitäten beschrieben werden. Eine Entität erfüllt autonom bestimmte logistische Funktionen und kommuniziert dazu mit anderen gleichberechtigten Entitäten über einen eigenen ihr zugeordneten Softwareagenten, der sie in die Lage versetzt, nach Zuteilung einer Aufgabe selbstständig nach vordefinierten Regeln festzulegen, wie diese Aufgabe erfüllt wird. Für die Fördertechnik bedeutet das im Falle eines Transportfahrzeuges, dass dem Fahrzeug z.B. Quelle und Ziel benannt werden, das jeweilige Fahrzeug aber selbstständig ermittelt, welches der richtige Weg ist.

Transporteinheiten (TE):

Sie sind die kleinsten im System bewegbaren Einheiten, die idealerweise durch RFID-Tags eindeutig gekennzeichnet sind. RFID-Tags können dezentral Informationen wie das Ziel am Transportgut mitführen. Reicht der Speicher des RFID-Tags nicht für die vollständige Datenspeicherung aus, so können die Daten vom Softwareagenten der Transporteinheit verwaltet werden, wobei sich der Agent auf einem

stationären Rechner befindet. Dies bringt Kostenvorteile mit sich. Mittels des Agenten kommuniziert die Transporteinheit mit Entitäten, so dass Funktionen ausgeführt werden und Informationen ausgetauscht werden. Bei den TE kann es sich z.B. um Paletten oder Kartons handeln, je nach Definition der kleinsten Einheit im System. Im Falle von EHB in Airline Catering Anlagen bietet sich das EHB-Gehänge als kleinste Einheit an, wenn man davon ausgeht, dass Trolleys nicht ohne Gehänge automatisiert gefördert werden.

Module:

Bei den Modulen handelt es sich um logistische, autonome Funktionseinheiten für z.B. das Transportieren (Kettenförderer), Lagern (Regalbediengerät - RBG) und Kommissionieren (Kommissionierstation), die im Ideal-fall, wenn wirtschaftlich darstellbar, so abgegrenzt sind, dass sich innerhalb der Systemgrenzen eines Moduls die Elektrik, Mechanik und Steuerung befindet. Ähnlich dem zuvor beschriebenen Konzept für Transporteinheiten ist es auch bei Modulen möglich, die für die Steuerungslogik zuständigen Agenten der jeweiligen Module auf bestimmten Rechnern zu bündeln. Dies hat eine geringere Robustheit und Transparenz, aber auch geringere Kosten zur Folge.

Module als komplexeste steuerungstechnische Bausteine verfügen über diverse Fähigkeiten. Gemein sind allen Modulen Fähigkeiten wie etwa die Wegplanung, Lastübergaben oder die Ansteuerung und Überwachung der dem Modul zugeordneten Sensoren und Aktoren. Kuzmany [Kuz-2010] unterscheidet im Internet der Dinge-Konzept die Module in vier Funktionsklassen, innerhalb derer die zugeordneten Module einander jeweils in ihren Kernfunktionen ähneln. Darüber hinaus können durch Programmierer weitere Funktionen realisiert werden.

Softwaredienste:

Softwaredienste sind reine Softwareprogramme, die Aufgaben erfüllen, welche nicht einzelnen Modulen oder TE eindeutig zugeordnet werden können. Typische Aufgaben von Softwarediensten sind die Visualisierung mittels einer Visualisierungsumgebung, die Koordination des Datenaustausches über eine Datenaustauschplattform zu externen Systemen, wie etwa einem Lagerverwaltungssystem, oder die Verkehrsoptimierung mittels eines Verkehrsleitsystems.

Ausgerüstet mit diesen Techniken nach dem Konzept „Internet der Dinge“ kann eine EHB-Anlage bezogen auf die Kommunikation und Steuerung als wandelbar angesehen werden. Die unter 1.2. bzw. 3.1. erläuterten Wandel-

barkeitskriterien Integrationsfähigkeit und Erweiterungsfähigkeit sind mit einer derartigen Anlage erfüllt.

3.3 SZENARIENBEWERTUNG MITTELS 3-MODULIGER METHODE

3.3.1 DAS VORGEHEN

Auf Basis von zehn Wandlungsszenarien, die sich aus den Experteninterviews als relevante Szenarien ergaben, und einem realen in den vergangenen Jahren realisierten Objekt (rund 1.400 m Schienen, 150 EHB-Fahrzeuge, 10 Auf-/Abgabestationen, 1 Hubstation, 7 Drehstationen) wurden Kosten-/Investitionsrechnungen aufgebaut. Hierbei wurde jeweils zwischen wandelbarer und herkömmlicher Ausführung unterschieden, so dass 10 x 2 Szenarien resultieren.

Zur Herleitung der eigentlichen Kostenkennwerte wurden mehrere Ansätze gewählt und die daraus resultierenden Ergebnisse zusammengetragen. Erste Quelle waren vorliegende Angebote und Vertragsunterlagen für entsprechende EHB-Anlagen in Catering Facilities. Diese sind jedoch konventionell ausgeführt, so dass teilweise ein Transfer der Kosten auf wandelbare Lösungen erforderlich war. Dazu wurden insbesondere Erfahrungswerte und Kostenschätzungen von Planern herangezogen, führende Hersteller von EHB-Anlagen zur Abschätzung der Kosten hinzugezogen und Architekten für die Baukosten einbezogen.

Die ermittelten Daten und Beurteilungen der Experten wurden für eine dreistufige Bewertung genutzt, wie sie in der folgenden Abbildung „Bewertungsmethode in 3 Modulen“ dargestellt ist.

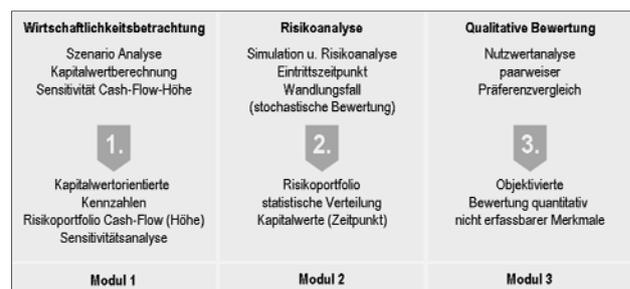


Abbildung 3-5:
 Bewertungsmethode in 3 Modulen

Das Modul 1. ist eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung, die im Wesentlichen auf der Kapitalwertmethode fußt. Hierzu wurde ein umfangreiches Kalkulationswerkzeug geschaffen, mit dem alle Szenarien separat betrachtet und später einander gegenübergestellt wurden.

Das Werkzeug ist so ausgelegt, dass es in zukünftigen Projekten im Produktions- und Logistikumfeld für die wirtschaftliche Bewertung genutzt werden kann, um zu beurteilen, ob unter bestimmten Prämissen ein wandelbares System gegenüber einem konventionellen System vo-

raussichtlich im Gesamtlebenszyklus vorteilhaft sein wird. So werden u.a. als Ergebnisse ausgewiesen: Net Present Value, EBIT, EBITDA, NOPAT, IRR, Amortisationszeit, Bilanzielle Veränderungen, Risikoprofile und Projektsensitivitäten mittels Monte-Carlo Simulation (variiere Cash Flow-Höhen), d.h. ein Großteil der gebräuchlichen betriebswirtschaftlichen Kennzahlen. Folgende Abbildung zeigt exemplarisch ein Histogramm der Wahrscheinlichkeitsverteilung der NPV (Net Present Value = abgezinste Kapitalwerte) und deren Kumulation.

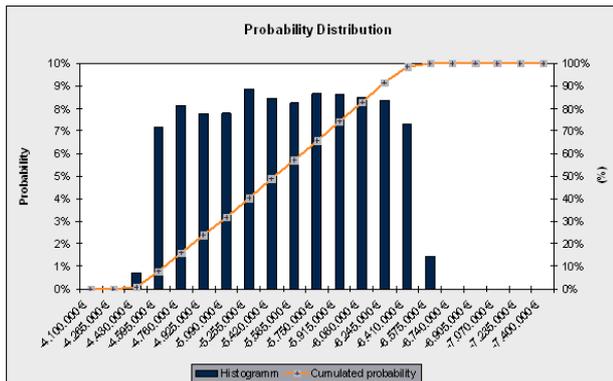


Abbildung 3-6:

Histogramm Wahrscheinlichkeitsverteilung NPV und kumulierte Wahrscheinlichkeiten eines Szenarios

Als Eingangsgrößen dienen hierzu u.a.: Annahmen/Prämissen für Kapitalkosten, Personalkosten Lohn- und Gehaltsempfänger und deren Wachstum, Steuersätze, Entwicklungen der laufenden Kosten; Beschreibungen der Ausgangssituation wie Umsatz, Anzahl der Mitarbeiter, laufende Kosten; Umsatz- und Kostenentwicklung; Investitionsausgaben; Einmalkosten: wie z.B. Ausfallkosten bei Wandlungen; Desinvestitionen im Betrachtungszeitraum und Bilanzveränderungen.

Das Modul 2. ist eine Risikoanalyse, wobei im Gegensatz zur unter Modul 1. erwähnten Risikobetrachtung die Eintrittszeitpunkte der Wandlungsfälle und somit die Zeitpunkte der resultierenden Cash Flows variieren (Monte-Carlo-Simulation), wodurch eine weitere Absicherung der korrekten Ergebnisinterpretation erfolgt. Als Eintrittswahrscheinlichkeiten für die Wandlungsfälle wurden aus den Experteninterviews folgende wichtige Prämissen abgeleitet, die die kumulierten Eintrittswahrscheinlichkeiten der Wandlungsfälle ergeben: 20% Wahrscheinlichkeit nach 2 Jahren, 50% nach 3 Jahren, 70% nach 4 Jahren und 100% nach 5 Jahren – d.h. spätestens nach 5 Jahren ist von einem Wandlungsfall auszugehen.

Mit einer angenommenen Schwankungsbreite von +/- 5% für die Wandlungskosten wird die statistische Verteilung der Kapitalwerte ermittelt und die bekannten statistischen Kenngrößen wie Erwartungswert, Standardabweichung und min. und max. Kapitalwert ermittelt.

Mit dem Modul 3. Nutzwertanalyse erfolgt in Ergänzung zur finanzwirtschaftlichen Bewertung eine qualitative Bewertung mittels einer Nutzwertanalyse auf Basis des paarweisen Präferenzvergleichs. Hierbei handelt es sich um eine Methodik zur objektiveren Bewertung qualitativer Merkmale. Durch vorherige Priorisierung von Merkmalen und anschließende Bewertung (bewusst ohne im Vorfeld ersichtliche Transparenz hinsichtlich des Einflusses auf das Gesamtergebnis) wird die subjektive Meinungsbildung vermieden oder zumindest eingeschränkt. Die subjektive Meinungsbildung kann sowohl vorsätzlich als auch unbewusst erfolgen und den Versuch einer objektiven Bewertung zu Nichte machen bzw. negativ beeinflussen.

Zusammenfassend wird zur Analyse der Sensitivitäten des Modells und insbesondere deren Einfluss auf das Gesamtergebnis wie folgt vorgegangen:

1. Verschieben der Zahlungszeitpunkte für Ausgaben, die durch Wandlung hervorgerufen werden
2. Variieren der Höhe der Wandlungskosten bzw. Ausgaben für Wandlungen durch statisches Verändern mit vorgegebenen Prozentsätzen
3. Variieren der Höhe der Wandlungskosten bzw. Ausgaben für Wandlungen und Untersuchung der Auswirkungen mit Hilfe der Monte-Carlo-Simulation

3.3.2 ERGEBNISSE DER SZENARIOANALYSE

Die angewandte Bewertungsmethodik, bestehend aus Wirtschaftlichkeitsbetrachtung, Risikoanalyse und qualitativer Bewertung, ermöglicht eine konsistente Meinungsbildung bei der Bewertung der Szenarien. Sowohl durch eine reine Wirtschaftlichkeitsanalyse als auch durch weitere Überprüfung der Ergebnisse mittels Risikoanalyse ergibt sich, dass im Falle von Szenarien mit verhältnismäßig kleinen Wandlungen (z.B. 10 bzw. 20 zusätzliche EHB- Fahrzeuge oder deren Reduzierung) keine Wirtschaftlichkeit der wandlungsfähigen Ausführung gegeben ist. Im Falle umfangreicherer geplanter Veränderungen im Laufe des Lebenszyklus (mind. Umbaumaßnahmen von rund 45 m bzw. 2 x 45 m zusätzlicher Schienestrecke, 1 bzw. 2 Weichen und zusätzliche 1 bzw. 2 Auf-/Abgabestationen) ist eine wandlungsfähige Ausführung vorteilhaft. Dabei ist anzumerken, dass bei der Berechnung und Szenarienausgestaltung ein eher konservativer Rechenansatz gewählt wurde. Würde man offensiver vorgehen, d.h. weitere Wandlungsfälle über den Lebenszyklus ansetzen, so würde dieses aufgrund des teilweise nur geringen NPV-Unterschieds zwischen wandelbaren und konventionellen Szenarien mittleren Wandlungsumfangs zu einer weiteren Verschiebung zugunsten der wandelbaren Ausführung führen.

Grundlegende Eingangsgröße bei den Szenarienbetrachtungen ist die aus den Expertengesprächen mit Fördertechnikherstellern gewonnene Erkenntnis, dass bei der wandelbaren Ausführung der EHB im Vergleich zur herkömmlichen Variante die Investitionsbedarfe für Funktionen, die bisher dem MFR und der Anlagenüberwachung zugeordnet sind, um +10% und +25% höher anzusetzen sind. Diese Annahmen und Einschätzungen sind in die Betrachtung eingeflossen.

Abschließend lässt sich festhalten, dass ab mittlerem Wandlungsgrad eine kritische Grenze erreicht wird (Differenz der NPV kleiner 4%), ab der eine wandlungsfähige Ausführung in Frage kommt. Bei Wandlungsumfängen größeren Ausmaßes, d.h. einem hohen Wandlungsgrad, empfiehlt sich die wandelbare Ausführung deutlich (Differenzen von bis zu 17% beim NPV). Für die Wandlungshäufigkeit sind hierzu Wandlungen nach maximal fünf Jahren zugrunde gelegt worden, was in den Experteninterviews mehrfach, und von verschiedenen Interviewpartnern als praxisnahe Annahme benannt wurde.

Dass auch bei Variation bestimmter Eingangsgrößen die gleiche Grundaussage gilt und diese somit abgesichert ist, wurde mittels Risikoanalysen bestätigt. Auch die statistische Untersuchung mit Hilfe der Monte-Carlo-Simulation verifiziert dies. Zusammengefasst sind die Elemente der Risikoanalyse:

- Sensitivitätsanalyse mit um -5%, -10% und +10% in der Höhe variierenden Cash Flows bei konstanten Zahlungszeitpunkten
- Monte-Carlo-Simulation mit konstanten Zahlungszeitpunkten und um +/-20% schwankenden Cash-Flow-Beträgen bei einer Simulationsanzahl von 5.000 Vorgängen und zwei Wandlungsfällen im Lebenszyklus
- Monte-Carlo-Simulation mit variierenden Zahlungszeitpunkten und um +/-5% schwankenden Cash-Flow-Beträgen bei einer Simulationsanzahl von 2.000 Vorgängen und zwei Wandlungsfällen im Lebenszyklus, die spätestens nach jeweils 5 Jahren eintreten
- Nutzwertanalyse (NWA) auf Basis der geführten Experteninterviews zum allgemeinen Vergleich von wandelbarer vs. herkömmlicher Ausführung ohne konkreten Bezug auf spezielle Szenarien und Anlagenausführungen
- Bestätigung aus Risikoanalyse sowohl bei Variation der Cash Flow-Höhe als auch bei Variation der Zahlungszeitpunkte

In Form der Risikoprofilanalyse liegt für die Entscheider eine weitere Entscheidungsgrundlage vor, um abhängig von der Risikoaffinität eine Entscheidung über eine wandelbare Ausführung zu fällen (s. auch Abb. 3-6).

3.4 FAZIT UND ÜBERTRAGBARKEIT DER ERGEBNISSE

Die Untersuchung hat gezeigt, welche technischen Lösungen erforderlich sind, um eine EHB-Anlage im Airline Catering wandelbar zu gestalten. Unter Berücksichtigung dieser technischen Lösungen würde eine Elektrohängebahn am ehesten die Anforderungen Fördergut-, Durchsatz-, Layoutflexibilität sowie Erweiterungs-, Reaktions- und Integrationsfähigkeit erfüllen.

Kriterien wie die Layoutflexibilität können und dürfen im Airline Catering nur bedingt erfüllt werden. Lösungen, die alle Positionen in einer Fläche ansteuern können, sind für das Airline Catering nicht praktikabel und anzustreben – die hohe erforderliche Förderleistung macht dies unmöglich. Unter Layoutflexibilität ist vielmehr eine Lösung zu verstehen, die durch geringen Umbauaufwand und ohne große Beeinträchtigung des operativen Betriebs in der Streckenführung verändert werden kann.

Auf Basis eines realen, kürzlich realisierten Objekts wurden 10 x 2 Wandlungsszenarien analysiert und die Erkenntnis gewonnen, dass bei dem dargestellten Konzept für wandelbare Produktionsstrukturen und Elektrohängebahnen im Airline Catering auf Basis des Konzepts „Internet der Dinge“ und weiterer baulicher sowie mechanischer Vorkehrungen zur Erreichung der Wandelbarkeit eine Wirtschaftlichkeit und technische Vorteile dann gegeben sind, wenn es im Lebenszyklus des Objekts zu mittleren bis größeren Wandlungsfällen kommt. Nur bei lediglich geringfügigen zu erwartenden Wandlungsfällen ist keine Wirtschaftlichkeit gegeben.

Mit der erarbeiteten Bewertungsmethodik und deren exemplarischer Anwendung und Risikoanalyse für Fälle aus dem Airline Catering steht eine geeignete Methode für konkrete zukünftige Planungsprojekte und, verbunden mit neuen Experteninterviews, die Analyse weiterer Branchen bereit.

Für das Airline Catering im Speziellen hat sich gezeigt, dass regelmäßig gravierende Änderungen von Geschäftsmodellen, Fertigungstiefen, Kundenstrukturen und Kundenanforderungen vorliegen, die u.a. so beschrieben werden: „Every 5 years the whole thing changes – but nobody knows exactly when and how“. In der Konsequenz stellen wandelbare EHB für große Airline Catering Betriebe an internationalen Hub-Flughäfen eine gute Option dar, um für derartige Unsicherheiten gewappnet zu sein und eine langfristige Wettbewerbsfähigkeit sicherzustellen. Es ist zu hoffen, dass auch von Herstellerseite die im Konzept „Internet der Dinge“ begonnenen Wege fortgesetzt werden, um diese zielführenden wirtschaftlichen Lösungsansätze in die industrielle Praxis zu überführen.

Da es sich um eine Studie für mögliche, künftige Entwicklungen handelt, sind sämtliche Annahmen stets mit einer Prognoseunsicherheit behaftet. Dies machte eine

geeignete Methodik zur Risikoanalyse und Sensitivitätsüberprüfung erforderlich, die sowohl auf die Veränderung der Zahlungszeitpunkte als auch die Höhe der Zahlungsflüsse eingeht.

Die im Rahmen dieser Studie erstellte Bewertungsmethodik stellt eine gute Grundlage für die Beantwortung der Fragestellung dar, ob wandelbare oder konventionelle Fördertechnik in zukünftigen Projekten ausgeführt werden sollte. Die Vorgehensweise ist auch für andere Branchen sowohl aus dem Produktions- als auch dem Dienstleistungssegment anwendbar. Als Experten zur Definition von Szenarien wären Projektspezialisten bzw. Entscheidungsträger heranzuziehen, um in ähnlicher Weise wie in dieser Studie Szenarien herzuleiten, die eine sehr große Bandbreite möglicher Entwicklungen abdecken. Darauf aufbauend würden Wirtschaftlichkeitsbewertungen und Risikoanalysen erfolgen. Vorausgesetzt wird hierbei stets, dass die von Fördertechnikherstellern begonnenen Entwicklungsschritte zur Etablierung von Modulbaukästen nach dem Konzept „Internet der Dinge“ [Gün-2010] weiter fortgesetzt werden und die guten, und bereits weit vorgeschrittenen Konzepte so die industrielle Reife für den großflächigen produktiven Einsatz erlangen.

Mit der beschriebenen Studie wurde ein Beitrag geleistet, um zu untermauern, dass eindeutig Anwendungsfelder existieren, in denen der wirtschaftliche Einsatz dieses Konzepts gewährleistet ist. Am Beispiel von EHB im Airline Catering wurde aufgezeigt, dass durch wandelbare Ausführung dieser Materialflusstechnik ein Beitrag zur langfristigen erfolgreichen Unternehmenstätigkeit erreicht werden kann.

LITERATUR

- [Air-2011] www.airbus.com/company/market/forecast/, Airbus_GMF_2011-2030_delivering_the_future_-_press_conference_presentation.pdf, Stand 03.01.2012.
- [Att-2003] Atteslander, P.: Methoden der empirischen Sozialforschung. 10. Auflage, Walter de Gruyter Verlag, Berlin, S. 84, 2003.
- [Boh-2008] Bohnsach, R.; Marotzki, W.; Meuser, M. (Hrsg.): Hauptbegriffe qualitativer Sozialforschung, Verlag Barbara Budrich UTB, Opladen, 2008.
- [Bor-2002] Bortz, J.; Döring, N.: Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler, Springer Verlag, Heidelberg, 2006, S. 35, 295 – 298, 385ff..
- [Cha-1999] Chalmers, A.F.: Wege der Wissenschaft. Einführung in die Wissenschaftstheorie. Hrsg. und übersetzt von N. Bergemann&J. Prümper, Heidelberg, 1999, S. 15 – 19.
- [Cro-2002] Cropley, A.J.: Qualitative Forschungsmethoden: Eine praxisnahe Einführung, 1. Auflage, Klotz Verlag, Eschborn bei Frankfurt am Main, 2002, S. 58.
- [Dür-2005] Dürr Systems GmbH: Standardmodule sorgen für hochflexible Endmontage. VDI Nachrichten, Stuttgart, 09.09.2005.

- [Glä-2004] Gläser, J.; Laudel, G.:
Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse als Instrumente rekonstruierender
Untersuchungen, Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, 2004, S. 9, S. 107.
- [Gün-2002] Günthner, W. A.; Heinecker, M.; Wilke, M.: Materialflusssysteme für wandelbare
Fabrikstrukturen, Industrie Management 18 (2002) 5, GITO mbH Verlag für Indust-
rielle Informationstechnik und Organisation, Berlin, 2002.
- [Gün-2010] Günthner, W.A.; ten Hompel, M. (Hrsg.): Internet der Dinge in der Intralogistik.
Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2010.
- [Han-2001] Handrich, W.: Flurfreie flexible Materialflusstechnik für dynamische Produktions-
strukturen, Herbert Utz Verlag Wissenschaft, München, 2001.
- [Joh-08] Johan, Novie; Jones, P.:
“The TCRC Report on Trends in the Flight Catering Industry 2008”, Annual Travel
Catering Trends Survey, Paper 2, <http://epubs.surrey.ac.uk/travelcateringtrends/2>
- [Jon-04] Jones, P.:
Flight Catering, Second Edition, Elsevier Butterworth-Heinemann, Oxford, 2004.
ISBN: 0 7506 6216 6.
- [Kuz-2010] Kuzmany, F.; Luft, A.; Chisu, R.: Die Bausteine des Internets der Dinge, in:
Günthner, W.A.; ten Hompel, M. (Hrsg.): Internet der Dinge in der Intralogistik.
Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2010.
- [Lam-05] Lamnek, S.:
Qualitative Sozialforschung; Beltz Verlag; Weinheim, Basel, 2005, S. 26, S. 194,
S.329.
- [Pfa-05] Pfadenhauer, M.:
Auf gleicher Augenhöhe reden. Das Experteninterview – ein Gespräch zwischen Ex-
perte und Quasi-Experte, in: Bogner, A.; Littig, B.; Menz, W. (Hrsg.): Das Experten-
interview – Theorie, Methode, Anwendung, 2. Aufl., Verlag für Sozialwissenschaf-
ten, Wiesbaden, 2005, S.113ff.
- [Sch-08] Schnell, R.; Hill, P.B.; Esser, E.:
Methoden der empirischen Sozialforschung, 8. Auflage, R. Oldenbourg Verlag
München 2008, S. 61 ff. und S. 322 – 323.
- [VDI-3643] Verein Deutscher Ingenieure (VDI) (Hrsg.):
VDI 3643: Elektrohängebahn; Anforderungsprofil an ein kompatibles System. VDI-
Verlag, Düsseldorf 1998.
- [Wil-2006] Wilke, M.: Wandelbare automatisierte Materialflusssysteme für dynamische Produk-
tionsstrukturen. (Dissertation), Herbert Utz Verlag, München, 2006.
- [Zah-98] Zahar, E.G.: „Das Duhem-Quine Problem“ in: Logos Verlag Berlin, Heft 12, Juni
1998, Band 5.