

Martin Hinsch
Jens Olthoff *Hrsg.*

Impulsgeber Luftfahrt

Industrial Leadership durch
luftfahrtspezifische Aufbau- und
Ablaufkonzepte

Impulsgeber Luftfahrt

Martin Hinsch · Jens Olthoff

Herausgeber

Impulsgeber Luftfahrt

Industrial Leadership durch
luftfahrtspezifische Aufbau-
und Ablaufkonzepte

Herausgeber
Martin Hinsch
Hamburg, Deutschland

Jens Olthoff
Hamburg, Deutschland

ISBN 978-3-642-32668-4 ISBN 978-3-642-32669-1 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-642-32669-1

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer Vieweg
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Vieweg ist eine Marke von Springer DE. Springer DE ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media
www.springer-vieweg.de

Geleitwort

Schlüsselindustrie mit Impulskraft

Staunen bleibt legitim. Als zu Beginn des zweiten Jahrzehnts unseres 21. Jahrhunderts die ersten Airbus A380 auf den großen Luftverkehrsdrehscheiben aufsetzten, lockten die Mega-Jets viel Publikum vor die Flughafenzäune. Man spürte: Hier manifestiert sich mehr als nur die gigantische Größe eines technischen Geräts. Die Menschen ergriff die Ahnung, das Inbild eines unglaublich komplexen Zusammenspiels von technischem Wissen, fliegerischer Kompetenz, aktuellsten Techniken und hochmodernen Materialien sowie wirtschaftlicher Rationalität zu erleben. Was als Spektakel wahrgenommen wurde, war aber in Wirklichkeit nur der logische – und gewiss immer vorläufig bleibende – Höhepunkt der Entwicklungslinie einer spannenden Industrie, welche die Experten zu den Schlüsselbranchen dieses Jahrhunderts zählen: die Luftfahrt.

Mit ihrem Buch „Impulsgeber Luftfahrt“ rücken Martin Hinsch und Jens Olthoff Zusammenhänge dieser Branche in ein breiteres Gesichtsfeld. Es ist eine Branche, deren Bedeutung als Treiber von Innovation und Prosperität gelegentlich in absurder Weise abgewunken wird. Überzeugende Fortschritte bei Sicherheit, Energieverbrauch, Emissionsreduzierung und Lärmverringern von Luftfahrzeugen etwa werden verdrängt, als ob es sie nicht gegeben hätte. Erstmals verdeutlichen jetzt ausgewiesene Experten in holistischer Weise die Arbeitsweise und Potenziale grundlegender Teilbereiche dieser Branche. Deutlich wird, wie sehr Luftfahrt sich seit Anbeginn ihrer Existenz vor rund 100 Jahren als eine stets lernende und trotz aller Aufgaben- und Arbeitsteilung hoch vernetzte Industrie begriffen und fortentwickelt hat. Dieser Tatsache verdankt sie ihr starkes Wachstum und ihr überzeugendes Sicherheitsimage.

Gerade in den zurückliegenden zwanzig bis dreißig Jahren hat die Luftfahrt innovative Konzepte, Arbeitsmethoden sowie ein vielfältiges Rüstzeug entwickelt und hervorgebracht, welche in anderen Branchen der Wirtschaft oder anderen Wissenschaftsbereichen bis heute geringe Bekanntheit oder Verbreitung gefunden haben. Diese Beobachtung überrascht, heißt es im Buch, weil die Übertragung von betriebswirtschaftlichen, sicherheitsrelevanten und operativen Erkenntnissen durchaus nicht schwierig wäre.

In der Tat: Luftfahrt realisiert forschend, produzierend und in täglich angewandter Praxis all jene Ziele, die in zahllosen Studien und Enqueten moderner Industriestaaten

postuliert werden: Luftfahrt arbeitet erstens vernetzt und Disziplin übergreifend. Sie nutzt zweitens nahezu alle großen Schlüsseltechnologien wie Energie-, Material-, Produktions- und optische Technologien als auch die Mikroelektronik oder die Informations-, Kommunikationstechnologien bis hin zu Konzepten der Elektromobilität. Nicht von ungefähr bezeichnet das zuständige Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie exakt jene Technologien als „zentrale Motoren für die Zukunftsfähigkeit Deutschlands“.

Drittens nutzt Luftfahrt Erkenntnisse und wertvolle eigene Erfahrungen der Human Factors Forschung und schafft zunehmend bessere Voraussetzungen für die immer bedeutender werdenden humanen Mensch/Maschinen Beziehungen. Der Airbus A380 ist eben nicht nur gigantisch, der Mensch beherrscht auch seine Komplexität.

Die Aufsätze dieses Buches befassen sich mit vier bedeutsamen Schwerpunkten, die im globalen Wettbewerb die Basiserfordernis für Erfolg von Industrien darstellen. Es sind dies das Gelingen komplexer Leistungserbringung, die Auswahl, Ertüchtigung und Qualifizierung von Personal, die Gestaltung von Netzwerken und Partnerschaften sowie die Organisation von systematischen Aufbau- und Ablaufstrukturen auch im Hinblick auf eine vorbildliche Fehler- und Sicherheitskultur. Nur wer diese Erfordernisse erfüllt, hat eine Chance auf dem Weltmarkt hochtechnologischer Produkte und Dienstleistungen. Wobei Produkte mit Bestand heute immer auch mit Dienstleistungen verknüpft sind. Und beide müssen exzellent beschaffen sein.

Noch ein anderer Aspekt charakterisiert das Funktionieren der Branche Luftfahrt: Sie hat sich im Verlauf der letzten Jahrzehnte immer deutlicher dem Beziehungsdreieck von Technik, Innovation und Gesellschaft zugewandt. Alle drei gehören zu den „zentralen Handlungsfeldern der Moderne“, als die sie die Helmholtz Gemeinschaft klassifiziert hat. Diese hat dazu ein eigenes Forschungsprogramm eingerichtet. Denn „darüber, ob und welche Technologien Beiträge zur Lösung gesellschaftlicher Probleme leisten, entscheiden auch das systematische Zusammenwirken von Technologien sowie gesellschaftliche Aspekte ...“, heißt es im Untersuchungsziel der Gemeinschaft. Luftfahrt weiß um solche Herausforderungen und befasst sich seit Längerem schon mit der Schnittstellenproblematik zwischen Technologie, Innovation und Gesellschaft. Auch das macht sie so vorbildlich.

Es ist bedauerlich, dass die Finanz- und Eurokrise die öffentliche Diskussion und den Aktionismus der Politik nahezu ausschließlich auf den Aspekt des „overspending“ von Volkswirtschaften lenkt. Vernachlässigt wird zugleich der zumindest gleichrangige Gesichtspunkt der hinterherhinkenden Wettbewerbsfähigkeit gerade jener Volkswirtschaften, die am tiefsten in der Krise stecken und hier den stärksten Lernbedarf haben. Nötige Reformbemühungen von Industrie und Wirtschaft dort können aus dem Know-how einer solch hoch entwickelten Industrie wie der Luftfahrt vielfältigen Nutzen ziehen im Hinblick auf erfolgreiche industrielle Prozesse, Kooperationen, Qualifikation von Personal und die Nutzung moderner Schlüsseltechnologien.

„Die Luftfahrtindustrie ist“, wie das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie feststellt, „ein dynamischer Sektor mit hohen Zuwachsraten und einem leistungsfähigen industriellen Kern in Deutschland. Deutsche Unternehmen haben sich aufgrund ihrer technologischen Ausnahmestellung einen festen Platz im internationalen

Luftfahrzeug- und Triebwerksbau erarbeitet.“ Diese Technologieführerschaft ist beispielgebend und kann im interdisziplinären Benchmarking gewiss auch anderen Branchen wertvolle Impulse geben. In gleicher Weise ist Luftfahrt bereit, selbst Impulse rückkoppelnd entgegenzunehmen. Möge dieses Buch deshalb über die Luftfahrt hinaus Beachtung finden!

Frankfurt, im Dezember 2012

Dipl.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Jürgen Weber
Vorsitzender des Aufsichtsrats
Deutsche Lufthansa AG

Vorwort

Die Luftfahrt hat in den zurückliegenden 20–30 Jahren innovative, betriebswirtschaftliche Konzepte, Tools und Arbeitsmethoden hervorgebracht und weiterentwickelt, die in anderen Branchen der Wirtschaft bis heute geringe Bekanntheit oder gar Verbreitung gefunden haben. Diese Beobachtung ist grundsätzlich überraschend, weil die Übertragung von betriebswirtschaftlichen und operativen Erkenntnissen vielfach nicht schwierig wäre.

Besonderes Interesse sollte die organisatorische Herangehensweise der Luftfahrt auch deshalb wecken, weil die Branche über ihre Grenzen für hohe Sicherheitsstandards und eine besondere Produktzuverlässigkeit bekannt ist. Qualität und Sicherheit werden in der Öffentlichkeit quasi als ein Systemmerkmal wahrgenommen. Gerade vor dem Hintergrund einer sehr komplexen Wertschöpfungskette, wie sie für die Luftfahrt typisch ist, mag dies überraschen. Schließlich ist das technisch äußerst komplexe System "Flugzeug" unter Berücksichtigung unzähliger Schnittstellen zu entwickeln, herzustellen, zu fliegen und instandzuhalten. Notwendig sind dazu nicht nur technisch zuverlässige, sondern auch ökonomisch erfolgreiche Betriebsstrukturen. All dies ist darüber hinaus unter Berücksichtigung der Grenzen menschlicher Leistungsfähigkeit zu erreichen.

Eine vollständige Systembeherrschung ist unter solchen Bedingungen insoweit kaum möglich. Aus diesem Grund können auch in der Luftfahrt Vorkommnisse und Unfälle niemals gänzlich ausgeschaltet werden. Dennoch ist die relative Sicherheit, gerade im Vergleich zu anderen Verkehrsträgern ausgesprochen hoch. Unternehmen der Luftfahrtbranche werden daher vielfach auch als Hochleistungsorganisationen klassifiziert. Dies bedeutet, dass in der Wertschöpfung deutlich weniger Fehler auftreten, als dies statistisch zu erwarten wäre.

Die Gründe dafür liegen zu einem wesentlichen Teil in der konsequenten Auseinandersetzung mit und der strukturierten Beseitigung von Schwachstellen und Fehlerquellen. Den Schwerpunkt bilden ausgefeilte Verfahren zur Beherrschung der Prozesskomplexität sowie ein sehr starker Fokus auf die Personalqualifizierung. Aus diesem Grund richtet dieses Buch den Blickwinkel nach einer Einführung in das luftfahrtbetriebliche Qualitäts- und Safety-Management (**Kap. 1**) zunächst auf Maßnahmen der Prozesssteuerung (**Kap. 2–8**). Im zweiten Teil findet primär eine Auseinandersetzung mit der Qualifizierung bzw. der Auswahl von Personal statt (**Kap. 9–11**). Einige Kapitel

legen dazu ihren Fokus auf die Entwicklung, Herstellung und Instandhaltung, also auf das Wirken luftfahrttechnischer Betriebe. Andere Kapitel setzten den Schwerpunkt auf den Flugbetrieb (Airlines). Die letzten beiden [Kap. 12](#) und [13](#) widmen sich der Zusammenarbeit und Vernetzung luftfahrttechnischer Betriebe untereinander sowie zu Bildungseinrichtungen und behördlichen Stellen.

Dieses Buch soll nicht nur dazu dienen, Branchenfremden die organisatorischen Stärken der Luftfahrt näher zu bringen. Ziel ist es auch, Branchenkennern ein vertieftes Know-how zu bieten. Dies erscheint geboten, da die verfügbare Literatur gerade zu luftfahrttechnischen Sachverhalten noch immer sehr begrenzt ist.

Die Beiträge sind dabei durch eine konsequente Praxisorientierung geprägt. Wo immer sinnvoll und möglich, wurde auf Beispiele des betrieblichen Alltags zurückgegriffen. Insoweit ist das Buch nicht nur für die betriebliche Ausbildung sowie für Studenten oder Lehrpersonal geeignet. Es richtet sich insbesondere an Praktiker, denen es eine wertvolle Unterstützung bei der Entwicklung und Einführung zukunftsweisender Aufbau- und Ablaufkonzepte bieten kann. Dieser hohe Praxisnutzen liegt wesentlich in den Lebensläufen der Autoren begründet. Sie sind in ihren jeweiligen Fachgebieten langjährige Führungskräfte oder Fachexperten.

Unser herzlicher Dank gilt allen Autoren, die mit ihren Beiträgen die Veröffentlichung dieses Buchs erst ermöglicht haben.

Hamburg, im Frühjahr 2013

Martin Hinsch
Jens J. Olthoff

Inhaltsverzeichnis

1	Qualität und Sicherheit – Erfolgsfaktoren und Markenzeichen der Luftfahrtindustrie	1
1.1	Einleitung	1
1.2	Qualitätsmanagementsysteme	2
1.2.1	Gesetzliche Qualitätssysteme	3
1.2.2	Die europäischen Luftfahrtnormen der EN 9100er-Reihe	5
1.3	Konfigurationsmanagement und Produktrückverfolgbarkeit	8
1.3.1	Konfigurationsmanagement	8
1.3.2	Produktrückverfolgbarkeit	10
1.4	Überwachung und Prüfungen	12
1.4.1	Betriebsüberwachung	13
1.4.2	Behördliche Überwachung	13
1.4.3	Innerbetriebliche Überwachung	13
1.4.4	Lieferantenüberwachung	14
1.4.5	Produktprüfungen	15
1.4.6	Produktüberwachung in der Betriebsphase	17
1.5	Personalqualifizierung	18
1.5.1	Qualifikationsprogramm	18
1.5.2	Personalqualifizierung	21
1.6	Fehler- und Sicherheitskultur	25
1.6.1	Instrumente	26
1.7	Resümee und Ausblick	29
	Literatur	30
2	Zuverlässigkeitsmanagement in der Luftfahrt – Basis hoher Sicherheit und Einsatzfähigkeit von Verkehrsflugzeugen	33
2.1	Einleitung	33
2.2	Hintergründe zum Zuverlässigkeitsmanagement	34
2.2.1	Grundlagen	34
2.2.2	Nutzen und kritische Erfolgsfaktoren	36
2.2.3	Historische Entwicklung	37
2.2.4	Luftfahrtrechtlicher Rahmen	40

2.3	Erstellung eines Instandhaltungsprogramms für ein Luftfahrzeug	40
2.4	Organisation des Reliability-Management Prozess	42
2.4.1	Instandhaltungsoptimierung – „The big picture“	42
2.4.2	Organisation des Reliability-Managements	44
2.5	Reliability-Management als kontinuierlicher Prozess	44
2.5.1	Identifizierung und Festlegung der Zuverlässigkeitsparameter.	45
2.5.2	Datensammlung	47
2.5.3	Datenaufbereitung	48
2.5.4	Analyse und Bewertung.	49
2.5.5	Ausarbeitung und Überwachung von Korrekturmaßnahmen	50
2.6	Fazit	51
	Literatur.	52
3	Herausforderungen der Materialversorgung bei der Instandhaltung unikater Flugzeuge.	53
3.1	Eigenschaften der unikaten Flugzeuginstandhaltung.	53
3.1.1	Geringe Planungssicherheit in der Instandhaltung.	54
3.1.2	Hohe Teilevielfalt bei Flugzeugen	55
3.1.3	Hohe Einkaufspreise für Flugzeugersatzteile	56
3.1.4	Hohe Kapitalbindungskosten des Flugzeugs während der Instandhaltung	56
3.1.5	Besondere gesetzliche Nachweispflichten.	57
3.2	Anforderungen an eine Neuausrichtung der Materialversorgung.	57
3.2.1	Kostenbasierte Ermittlung von Losgröße und Servicegrad	58
3.2.2	Spannungsfeld durch gegensätzliche Einflussgrößen	59
3.2.3	Differenzierung nach Leistungsanforderung bei der Neuausrichtung.	60
3.3	Materialquellen auf dem Prüfstand für hochwertige Geräte.	61
3.4	Zuverlässige Basis-Materialversorgung	63
3.5	Zusammenfassung und Ausblick.	66
	Literatur.	67
4	Konfigurationsmanagement – Systematisches Vorgehen zur Bauzustandsverfolgung über den gesamten Produktlebenszyklus	69
4.1	Einleitung	69
4.2	Grundlagen des Konfigurationsmanagements	71
4.3	Disziplinen des Konfigurationsmanagements.	73
4.3.1	KM-Planung	73
4.3.2	Konfigurationsidentifizierung und Produktstrukturierung	74
4.3.3	Änderungswesen und Konfigurationssteuerung	75
4.3.4	KM-Buchführung (Configuration Status Accounting).	76
4.4	Konfigurationsmanagement im Zuliefer-Netzwerk.	77

4.5	Konfigurationsmanagement eines Verkehrsflugzeugs	79
4.5.1	Entwicklungsphasen eines Verkehrsflugzeugs	79
4.5.2	Das Konfigurationsmanagement in der Entwicklung des Verkehrsflugzeugs.	81
4.5.3	Produktstruktur und Konfigurationsidentifikation.	81
4.5.4	Baseline-Management	84
4.5.5	Änderungsmanagement.	87
4.6	KM-Herausforderungen im betrieblichen Alltag	90
4.7	Resümee und Vorteile eines leistungsfähigen Konfigurationsmanagements.	91
	Literatur.	93
5	Management Technischer Dokumentation in der Luftfahrtindustrie – ein unterschätzter Support-Prozess	95
5.1	Einleitung	95
5.2	Technische Dokumentation in der Luftfahrtindustrie – Zusammenhänge, Komplexität und Historie	96
5.2.1	Dokumentarten, Dokumentenquellen und Zusammenhänge.	96
5.2.2	Historische Entwicklung der gängigen Dokumentenstandards für Technical Publications.	99
5.3	Problemfelder und Lösungsansätze.	103
5.3.1	Managen des Dokumenteneingangs	104
5.3.2	Revisionsmanagement	105
5.3.3	Dokumenterstellung, Freigabeprozesse und digitale Signatur.	107
5.3.4	Distribution der Dokumente.	108
5.3.5	Input-Management und Archivierung	109
5.4	Zusammenfassung, Lösungsansätze und Anwendung in anderen Industrien	113
6	Prozessbeherrschung in Großunternehmen – Die Leistungsfähigkeit prozessbasierter QM-Systeme am Beispiel der Lufthansa Technik AG	115
6.1	Einleitung	115
6.2	Ziele und Instrumente QM basierter Betriebslenkung.	116
6.3	Grundlagen prozessbasierter QM-Systeme	118
6.4	Prozessmanagement IQ MOVE der Lufthansa Technik AG.	119
6.5	Resümee.	129
	Literatur.	130
7	Projektmanagement im Flugzeugbau – Erfordernisse der Kommunikation in komplexen Produkt-Entstehungsprojekten.	131
7.1	Einleitung	131
7.2	Eigenverantwortliche, multifunktionale Design-Build-Teams.	133

7.3	Allgemeine Merkmale eines multifunktionalen Design-Build-Teams	136
7.4	Führen eines multifunktionalen Design-Build-Teams	138
7.5	Die Notwendigkeit der gemeinsamen räumlichen Unterbringung	141
7.6	Ein inspirierendes Umfeld für multifunktionale Design-Build-Teams	144
7.7	Das richtige organisatorische Gleichgewicht finden	146
7.8	Organisation komplexer Projekte	152
7.9	Zusammenfassung	155
	Literatur	158
8	Produktion im Flugzeugbau – technisch anspruchsvolle Herstellungs- verfahren in komplexen Leistungserbringungsprozessen	159
8.1	Ausgangssituation	159
8.2	Bauweisen, Bauarten, Bauprinzipien	160
8.2.1	Bauweise	161
8.2.2	Bauart Differential- und Integral-Bauteile	165
8.2.3	Bauprinzip: Fail-Safe, Safe-Life, Damage Tolerance	167
8.3	Werkstoffe im Flugzeugbau	169
8.4	Komponenten-Fertigung	172
8.5	Montageverfahren (Baugruppen Primärstruktur)	179
8.6	Montagelinien Flugzeuge	187
8.7	Zusammenfassung	188
9	Crew Resource Management (CRM) – Systematische Beherrschung der menschlichen Leistungsfähigkeit bei Flugzeugbesatzungen	191
9.1	Einführung	191
9.2	Historie	192
9.3	Ziele und Ausrichtung des CRM	193
9.4	Kommunikation	195
9.5	Team-, Führungs- und Entscheidungsverhalten	200
9.5.1	Teamverhalten	200
9.5.2	Führungsverhalten	201
9.5.3	Entscheidungsfindung	204
9.6	Situational Awareness, Workload- und Stressmanagement	206
9.6.1	Situational Awareness	206
9.6.2	Workload-Management	207
9.6.3	Stressmanagement	208
9.7	Betriebliche Implementierung	211
9.7.1	Entwicklung eines CRM Qualifikations- und Trainingsprogramms	212
9.7.2	Implementierung und Überwachung des CRM Konzepts	213
9.8	Zusammenfassung und Ausblick	215
	Literatur	216

10 Human Factors Trainings – Konzeptionierung, Einführung und kontinuierliche Mitarbeiterbindung in der betrieblichen Praxis	219
10.1 Einleitung	219
10.2 Human Factors Grundlagen	221
10.2.1 Human Factors Bestandteile	221
10.2.2 Notwendigkeit für Human Factors Trainings	223
10.3 Human Factors Modelle	225
10.4 Entwicklung von Human Factors Trainings	228
10.4.1 Lernzieldefinition	229
10.4.2 Trainingsarten	230
10.4.3 Trainingsmethoden	231
10.4.4 Trainingsinhalte	234
10.4.5 Fallbeispiele	236
10.5 Trainingsimplementierung	240
10.5.1 Kritische Erfolgsfaktoren	240
10.5.2 Weiterentwicklung von Human Factors Training in der Routine	243
10.6 Fazit	244
Literatur	246
11 Maßgeschneiderte Verfahren psychologischer Eignungsdiagnostik am Beispiel der Pilotenauswahl	249
11.1 Einleitung	249
11.2 Eignungsuntersuchungen für Verkehrsflugzeugführer beim DLR	254
11.3 Warum ist das DLR-Verfahren so erfolgreich?	263
11.4 Wirtschaftlicher Nutzen	266
11.5 Hochspezialisierte Eignungsdiagnostik außerhalb der Luftfahrt	267
11.6 Fazit	268
Literatur	269
12 Bedeutung regionaler Netzwerkstrukturen – Wie sich die Luftfahrtindustrie in Norddeutschland vernetzt	271
12.1 Einleitung	271
12.2 Einführung: Was ist ein Cluster?	272
12.3 Begriffsdefinition „Cluster“	272
12.3.1 Unterscheidung Cluster und Netzwerke	275
12.3.2 Cluster- und Netzwerkmanagement	276
12.4 Clusterinitiativen in Norddeutschland	277
12.5 Entwicklungsfaktoren für eine erfolgreiche Clusterentwicklung	277
12.5.1 Unternehmensstrategie	284
12.5.2 Nachfragebedingungen	286
12.5.3 Faktorbedingungen	287

12.5.4	Verwandte und unterstützende Branchen	288
12.6	Umsetzungsstrategien eines erfolgreichen Clustermanagements	290
12.6.1	Aufgaben des Clustermanagements	290
12.6.2	Die „Triple-Helix-Struktur“ zur Einbindung aller relevanten Akteure	291
12.7	Vernetzung und Clusterbildung in der Praxis	293
12.7.1	Adaption des Clusterkonzepts in der Luft- und Raumfahrtindustrie	293
12.7.2	Umsetzung des Clusterkonzepts in Norddeutschland: Themen- und Technologieorientierung vs. Querschnittsorientierung	294
12.8	Wie können Unternehmen und Institutionen von Clustern und Netzwerken profitieren?	297
12.9	Resümee/Ausblick	299
	Literatur	300
13	Innovation über Köpfe – Das Beispiel der Qualifizierungsoffensive im Luftfahrtcluster Metropolregion Hamburg	301
13.1	Einleitung	301
13.2	Entstehung und grundlegende Zielsetzung	303
13.3	Die Etappen und Schwerpunkte	305
13.3.1	Akademische Ausbildung	305
13.3.2	Berufsorientierung	313
13.3.3	Der große Wurf – Realisierung in Etappen: Das Hamburg Centre of Aviation Training – Alles „unter einem Dach“	315
13.3.4	Internationalisierung	317
13.3.5	Langfristige Nachwuchsentwicklung	318
13.3.6	Netzwerkpflege und Öffentlichkeitsarbeit	320
13.4	Kritische Erfolgsfaktoren – was lässt sich übertragen?	320
	Literatur	323
	Sachregister	325

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.1	Schweizer-Käse-Modell	2
Abb. 1.2	Modell eines prozessorientierten QM-Systems gem. ISO 9001 und EN 9100.	6
Abb. 2.1	Erstmalige Entwicklung eines Instandhaltungsprogramms	41
Abb. 2.2	Einfluss des Reliability-Systems auf die Weiterentwicklung eines Instandhaltungsprogramms.	43
Abb. 2.3	Exemplarischer Aufbau eines Luftfahrtbetriebes	45
Abb. 2.4	Kontinuierlicher Reliability-Management Prozess.	46
Abb. 2.5	Darstellung der technischen Dispatch-Reliability	47
Abb. 3.1	Kostenfunktionen mit Wirkrichtung auf den kostenminimalen Servicegrad	59
Abb. 3.2	Servicegradabhängige Logistikkosten für verschiedene Artikel	60
Abb. 3.3	Leistungsprofile nach Materialquelle	63
Abb. 4.1	Das Konfigurationsmanagement im Entwicklungsprozess.	72
Abb. 4.2	Phasen des Entwicklungsprozesses.	79
Abb. 4.3	Produktstruktur-Level.	80
Abb. 4.4	Zusammenhang zwischen Konfigurationseinheit, Link Objekt und technischer Lösung	82
Abb. 4.5	Änderungsprozess	83
Abb. 5.1	Dokumentenfluss der Technischen Dokumentation in der Luftfahrtindustrie (Sicht Airline/MRO).	99
Abb. 5.2	ATA-Struktur für ein Feuerlöschgerät.	100
Abb. 5.3	Auszug aus einem Prozesshandbuch für das Handling Technischer Dokumentation	105
Abb. 5.4	Beispiel für ein definiertes Task Card Layout	111
Abb. 6.1	Aufbau der Dokumentationsstruktur eines QM-Systems.	117
Abb. 6.2	Prozesslandkarte in IQ MOVE	121
Abb. 6.3	Prozessdarstellung in IQ MOVE.	122
Abb. 6.4	Tätigkeitsbeschreibung in IQ MOVE.	123
Abb. 6.5	Zusammensetzung eines Prozessaufnahmeteams.	124

Abb. 6.6	Aufgabenverteilung im Rahmen der Implementierung eines Prozessmanagementsystems	124
Abb. 6.7	IQ MOVE Navigationsleiste.....	126
Abb. 6.8	Zusammenhang zwischen Prozess- und Regelwerkperspektive in IQ MOVE.....	127
Abb. 7.1	Zusammensetzung eines multifunktionalen Teams (hier: mit Mitarbeitern aus vier verschiedenen Funktionen)	135
Abb. 7.2	Multifunktionales Design-Build-Team (hier: mit Mitarbeitern aus vier verschiedenen Funktionen)	137
Abb. 7.3	Multifunktionales Design-Build-Team: Berichtslinien	149
Abb. 7.4	Berichtslinien in hierarchischen Projektorganisationen (1)	153
Abb. 8.1	Leichtbauprinzipien und -techniken	160
Abb. 8.2	Bauweisen im Flugzeugbau	162
Abb. 8.3	Fachwerkbauweise Junkers F13/W33.....	163
Abb. 8.4	Holm- und Gurtbauweise.....	163
Abb. 8.5	Monocoque- vs. Semi-Monocoque-Bauweise.....	164
Abb. 8.6	Vergleich von Differential- und Integral-Bauart.....	165
Abb. 8.7	Gefrästes Integralbauteil A340.....	167
Abb. 8.8	Bauprinzipien im Flugzeugbau	168
Abb. 8.9	Einsatz von Werkstoffen im Flugzeugbau	170
Abb. 8.10	Unterscheidung Teilchen-, Faser-, Schicht- und Durchdringungs-Verbund-Werkstoff	171
Abb. 8.11	Feingussteil für Triebwerk TFE 731 Honeywell	174
Abb. 8.12	Cockpit Boeing 767 als Feingussteil	174
Abb. 8.13	Gesenkgeschmiedetes Bugfahrwerksgehäuse, A320-Familie	175
Abb. 8.14	Streckziehen von Beplankung Werk Nordenham	175
Abb. 8.15	Zerspannung von Integralbauteilen im Flugzeugbau im Werk Varel ...	176
Abb. 8.16	Anwendung von Verbundwerkstoffen im Flugzeugbau	177
Abb. 8.17	Anwendung von Verbundwerkstoffen im Flugzeugbau	177
Abb. 8.18	Aufbau Bauteil mit textiler Struktur und Matrix-Injektions-Verfahren...	180
Abb. 8.19	Nietverbindungen an metallischer Primärstruktur Spant, Stringer, Clip, Hautfeld mit Vollniete.....	181
Abb. 8.20	Reibührschweißwerkzeug beim Heften eines Tanks für das Space Shuttle.....	182
Abb. 8.21	Haut-Stringer-Verbindung Laserstrahl geschweißt	183
Abb. 8.22	Beidseitiges Laserstrahl-Schweissen von Aluminium-Stringern auf Aluminium-Hautfelder A380 im Werk Nordenham.....	184
Abb. 8.23	Niettechnologie Schalenmontage an einzelner Großschale A380 im Werk Nordenham	186
Abb. 9.1	Entwicklung Flugunfallursachen – Technisches vs. menschliches Versagen.....	192
Abb. 9.2	Kernbestandteile des Crew Resource Management	194

Abb. 9.3	Kommunikation nach Sender-Empfänger-Modell.	195
Abb. 9.4	Führungsbestandteile im Rahmen des CRM.	203
Abb. 9.5	Zusammenhang Arbeitsleistung und personelle Belastung	209
Abb. 10.1	Janus Kopf.	220
Abb. 10.2	Fehlerarten	223
Abb. 10.3	SHELL Modell	226
Abb. 10.4	Schweizer-Käse-Modell nach Reason (1990), S. 208	227
Abb. 10.5	Übersicht Dirty Dozen nach FAA (2012), 14-9ff	228
Abb. 10.6	Übersicht Erschöpfung	229
Abb. 11.1	Beispielfrage zum verbalen Verständnis (oral expression) aus dem FJA-S	253
Abb. 11.2	Fleishman Job Analysis Survey FJA-S; N = 141 befragte Piloten.	255
Abb. 11.3	Schematischer Ablauf des Untersuchungsverfahrens	257
Abb. 11.4	Testbeispiele der Berufsgrunduntersuchung BU beim DLR.	259
Abb. 11.5	Flugsimulations- Testgerät des DLR.	262
Abb. 11.6	Vergleich der Piloten-Rekrutierungswege – mit/ohne psychologische Auswahl.	267
Abb. 12.1	Akteure innerhalb eines Clusternetzwerks	274
Abb. 12.2	Idealtypischer Kreislauf eines regionalen Innovationssystems.	275
Abb. 12.3	Arbeitsebenen des Cluster- und Netzwerkmanagements	276
Abb. 12.4	Externe Kooperation von Unternehmen in der Produktentwicklung	284
Abb. 12.5	Themenfelder, denen sich ein erfolgreiches Clustermanagement stellen muss.	285
Abb. 12.6	Vertrauen und Risiko in Unternehmensnetzwerken	291
Abb. 12.7	Grafik Matrix luftfahrtrelevante Clusterorganisationen in Norddeutschland.	295
Abb. 12.8	Netzwerkpotenzial eines Unternehmens im Cluster	298
Abb. 13.1	Zeitleiste 1990–2012 – Bildungseinrichtungen, Unternehmen und Luftfahrtcluster.	302
Abb. 13.2	Zeitleiste 1990–2012 – Unternehmen und Luftfahrtcluster	304
Abb. 13.3	Zeitleiste vom Jahr 1900–2000.	307
Abb. 13.4	Erfolgsfaktoren für Qualifizierungs- und Fachkräfteinitiativen	322

Tabellenverzeichnis

Tab. 4.1	Klassische Baseline Arten	85
Tab. 11.1	Ablaufschema des DLR-Interviews für angehende Flugschüler der Lufthansa	263
Tab. 12.1	Luftfahrtaffine Netzwerke in Norddeutschland	278

Abkürzungsverzeichnis

AC	Advisory Circular
AD	Airworthiness Directive
AFK	Aramidfaserverstärkter Kunststoff
AIA	Aerospace Industries Association of America
AMC	Acceptable Means of Compliance
ASD	Aerospace and Defence Industries Association of Europe
ASQ	Avionik- und Struktur-Qualifizierung
ATA	Air Transport Association of America
BetrVerfG	Betriebsverfassungsgesetz
BDLI	Bund der deutschen Luft- und Raumfahrt
BDU	Berufsverband Deutscher Unternehmensberater
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BU	Berufsgrunduntersuchung
CA	Constituent Assembly
CAD	Computer Aided Design
CBT	Computerbasiertes Training
CE	Company Edition
CEN	Europäische Komitee für Normung
CFK	Carbon-faserverstärkter Kunststoff
CI	Configurable Item
CNC	Computerized Numeric Control
CRM	Crew Resource Management
CSDB	Common Source Data Base
DG	Decision Gate
DGQ	Deutsche Gesellschaft für Qualität
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
DMS	Dokumentenmanagementsystem
DIN	Deutsches Institut für Normung
DTD	Dokumenttypdefinition
EACP	European Aerospace Cluster Partnership

EASA	European Aviation Safety Agency (europäische Luftfahrtbehörde)
EASA Form 1	Bauteilfreigabebescheinigung der EASA
ECM	Enterprise Content Management
EN	Europäische Norm
EO	Engineering Order
ERP	Enterprise Resource Planning
ETOPS	Extended-Range Twin-Engine Operational Performance Standard
FAA	Federal Aviation Administration (amerikanische Luftfahrtbehörde)
FAI	First Article Inspection
FJA-S	Fleishman Job Analysis Survey
FQ	Firmenqualifikation
F+E	Forschung + Entwicklung
GLARE	Glass-Fibre reinforced Aluminium
GM	Guidance Material
HAW	Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
HCAT	Hamburg Centre for Aviation Training
HECAS	Hanseatic Engineering & Consulting Association
HWF	Hamburgische Gesellschaft für Wirtschaftsförderung
IATA	International Air Transport Association
ICAO	International Civil Aviation Organization
ICM	Institutes for Configuration Management
ISC	Industry Steering Comitee
ISO	International Organization for Standardization
KKS	Kabine und Kabinensysteme
KM	Konfigurationsmanagement
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
KonTraG	Gesetz zur Kontrolle und Transparenz im Unternehmensbereich
LBA	Luftfahrt-Bundesamt
LEP	List of Effective Pages
LHT	Lufthansa Technik AG
LOK	Lernortkooperation
LTT	Lufthansa Technical Training
MINT	Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik
MoC	Methods/Means of Compliance
MOD	Modification
MPD	Maintenance Planning Document
MRB	Maintenance Review Board
MRO	Maintenance Repair und Overhaul

MSG	Maintenance Steering Group
MSN	Manufacturer Serial Number
MWG	Maintenance Working Group
NASA	National Aeronautics and Space Administration
OCR	Qualität der Texterkennung
OEM	Original Equipment Manufacturer
PLM	Produktlebenszyklusmanagement
PLK	Prozesslandkarte
PNAA	Pacific North-West Aerospace Alliance
PPP	Private-Public-Partnership
QM	Quality Management
QMB	Qualitätsmanagement-Beauftragter
RCM	Reliability Centered Maintenance
RFID	Radio Frequency Identification
ROI	Return of Investment
RTM	Resin Transfer Molding
SB	Service Bulletin
SEED	Simultaneous Production Engineering Education
SGML	Standard Generalized Markup Language
SMS	Safety-Management-System
SOP	Standard Operating Procedures
SUP	Supplemental Pages
TechPub	Technical Publication
THF	Technologiezentrum Hamburg-Finkenwerder
TOP (Voraussetzungen)	Technische, operative, personelle (Voraussetzungen)
TSL	Technische Staatslehranstalten zu Hamburg
TUHH	Technische Universität Hamburg-Harburg
WIG	Wolfram-Inertgas-Schweißen
XML	Extensible Markup Language
XSD	XML Schema Definitionen
ZAL	Zentrum für angewandte Luftfahrtforschung

Autorenverzeichnis

Dr. Hans-Henrich Altfeld gehörte 23 Jahre dem heutigen EADS Konzern an, bevor er in 2012 zu dem Automobilzulieferer Johnson Controls wechselte. Bei EADS leitete er unter anderem mehrere Programme, war Leiter des Werkes Hamburg und baute ein Projektmanagement Kompetenz-Center auf. Bei Johnson Controls leitet er in globaler Verantwortung und als Group Vice President den Bereich Program Management Excellence.

Daniel Bruckmiller Ing. Mag.: Studium Maschinenbau-Flugtechnik, Physik und BWL. Zert. Projektmanager. Langjährige Tätigkeit im Wartungsprogramm-/Zuverlässigkeitsengineering, LCC-Management, Projekt- und Prozessmanagement bei internationalen Airlines, in der Business-Aviation und bei einem globalen Technologiekonzern. Fachbuchautor. Kontakt: dbruckmiller@gmx.at

Dr.-Ing. Henner Gärtner promovierte 2011 am Institut für Integrierte Produktion Hannover, wo er die Abteilung Logistik leitete und zuvor als Berater u. a. für MTU und Airbus tätig war. Seit 1997 ist er der Luftfahrtlogistik treu, zuletzt als Manager der Kooperationsbeziehung zwischen der Lufthansa Technik und ihrem Logistikdienstleister. Kontakt: gaertner@gmx.de

Dr. Martin Hinsch Dipl. Volkswirt: Selbstständiger Luftfahrt-Consultant und Trainer. Zuvor war er viele Jahre im Bereich VIP & Executive Jet Solutions der Lufthansa Technik AG zunächst für die Betreuung der Geschäftsprozesse und Vorgabedokumentation verantwortlich, später als Projektleiter in der Schweiz und in Katar tätig. Kontakt: mh@aeroimpulse.de

Matthias W. Hofmann Dipl. Physiker, Projektmanager Global Service bei Parametric Technology GmbH. Er arbeitete viele Jahre im EADS Konzern in verschiedenen Positionen als Konfigurations- und Projektmanager und war als Consultant in der Prozessberatung Konzern-intern und bei Zulieferern tätig. Zuvor war er als Qualitätsmanager im Bereich Flugphysik bei Airbus tätig. Kontakt: matthiaswhofmann@gmx.net

Fiona Klingels Dipl. Kauffrau ist seit 1998 im Lufthansa Konzern als Referentin tätig. Seit vielen Jahren ist sie als qualifizierte Trainerin in der Flugzeugüberholung mit der Konzeption und Qualitätssicherung von Trainings bzw. E-Learning Produkten,

insbesondere mit dem Schwerpunkt Human Factors Grundlagen- und Continuation Trainings betraut. Kontakt: f.klingels@alice.de

Prof. Dr.-Ing. Peter Martin Hochschullehrer für Produktionstechnik an der HAW Hamburg, Departm. Fahrzeugtechnik und Flugzeugbau. Er studierte Maschinenbau und promovierte im Bereich Flugzeugbau. Im Anschluss war er zunächst als Planungsingenieur in der Automobilzulieferindustrie, später als Consultant im Engineering und zuletzt als Geschäftsführer/Vorstand im internationalen Anlagenbau tätig. Kontakt: prof.dr.martin@t-online.de

Cpt. Jens J. Olthoff Geschäftsführer der AMC Unternehmensberatung. Zuvor arbeitete er 38 Jahre als Pilot bei der Deutschen Lufthansa AG, davon viele Jahre als Airbus A320/ A340 Ausbildungskapitän. Zudem war Olthoff im gehobenen Management der DLH weltweit in verschiedenen Positionen tätig. Kontakt: jo@am-contor.de

Dr. phil. Viktor Oubaid Diplom-Psychologe und zertifizierter EAAP Aviation Psychologist mit Ausbildung in der Analyse von Flugunfalluntersuchungen. Er ist seit vielen Jahren beim DLR für die Eignungsuntersuchungen des Lufthansa-Konzerns verantwortlich und war Mitglied der Kommission zur Auswahl der ESA-Astronauten 2008/2009. Er ist Qualitätsmanager am DLR-Standort Hamburg und EFQM-Excellence Assessor. Kontakt: viktor.oubaid@dlr.de

Ingrid Schilling-Kaletsch Dipl.-Geografin, leitet die Qualifizierungsoffensive Luftfahrtindustrie des Luftfahrtclusters Metropolregion Hamburg und die AG „Skills & Innovation“ der European Aerospace Cluster Partnership; sie vertritt als Beiratsvorsitzende das Hamburg Centre of Aviation Training. Kontakt: ingrid.schilling-kaletsch@bwvi.hamburg.de

Ingo Simon Dipl.-Ing., ist als Geschäftsführer der SAVISCON GmbH Lösungsanbieter und Berater von Luftfahrtunternehmen im Bereich Dokumentenmanagement und Archivierung. Er war als Projektleiter in zahlreichen DMS-Projekten bei der Lufthansa Technik AG und anderen internationalen Luftfahrtunternehmen tätig und führte mehrere Jahre den Bereich Technische Dokumentation bei Abu Dhabi Aircraft Technologies. Kontakt: ingo.simon@saviscon.de

Norbert Steinkemper Dipl.-Ing.: Projektmanager Luftfahrt bei der Süderelbe AG. Er ist seit mehreren Jahren im Clustermanagement tätig. Seit 2008 betreut er die niedersächsische Landesinitiative „Niedersachsen Aviation“ und fungiert dort als Geschäftsstellenleiter am Standort Hamburg-Harburg. Kontakt: steinkemper@niedersachsen-aviation.de

Prof. Dr.-Ing. Hartmut Zingel Professor für Aerodynamik und Aeroelastik am Department Fahrzeugtechnik und Flugzeugbau der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg (HAW Hamburg). Zingel leitet das Competence Center Neues Fliegen der HAW Hamburg und vertritt die Hochschule im Beirat des Hamburg Centre of Aviation Training. Kontakt: hartmut.zingel@haw-hamburg.de

Qualität und Sicherheit – Erfolgsfaktoren und Markenzeichen der Luftfahrtindustrie

1

Martin Hinsch

1.1 Einleitung

Die Entwicklung, Herstellung und Instandhaltung luftfahrttechnischer Produkte ist geprägt durch eine hohe Komplexität der Leistungserbringung. Dies macht sich insbesondere bemerkbar durch eine sehr anspruchsvolle Technik in einem äußerst sicherheitskritischen Umfeld, durch zahllose organisatorische Schnittstellen, bedingt durch hohe Arbeitsteiligkeit sowie durch aufwendigen Abstimmungsbedarf aufgrund einer Vielzahl von Produktionsstandorten. Erschwert wird luftfahrttechnische Wertschöpfung zusätzlich durch die personelle Interaktion zwischen unterschiedlichen Kulturkreisen in verschiedenen Zeitzonen. Unter Berücksichtigung, dass flexibles und situationsgerechtes Handeln nicht selten unter Zeit- und Handlungsdruck in der Entscheidungsfindung notwendig ist, verwundert fast die technische Zuverlässigkeit in der modernen Verkehrsfliegerei.

Luftfahrttechnische Betriebe werden daher auch oft als Hochleistungsorganisationen bezeichnet, weil bei ihnen deutlich weniger Störungen und Unfälle auftreten, als dies statistisch zu erwarten wäre. Die Gründe hierfür liegen in ausgefeilten Qualitäts- und Safety-Managementstrukturen, die sich in einem jahrzehntelangen Entwicklungsprozess auf dem heute so hohen Niveau eingependelt haben. Dies ist jedoch nicht das Ergebnis einzelner Aktivitäten und Sicherheitsbarrieren, sondern das Resultat eines Strukturgebildes aus verschiedenen Maßnahmen, welche punktuelle Systemschwächen ausgleichen und so die Sicherheit des Gesamtsystems aufrecht erhalten (vgl. Abb. 1.1). In diesem Kapitel werden hierzu die Qualitäts- und Safety-Strukturen beschrieben, die die Luftfahrtindustrie als Hochleistungsbranche auszeichnet. Dabei handelt es sich vor allem um

M. Hinsch (✉)

AeroImpulse Luftfahrt-Consulting, 20148 Hamburg, Deutschland

e-mail: mh@aeroimpulse.de

M. Hinsch und J. Olthoff (Hrsg.), *Impulsgeber Luftfahrt*,

DOI: 10.1007/978-3-642-32669-1_1, © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013

1

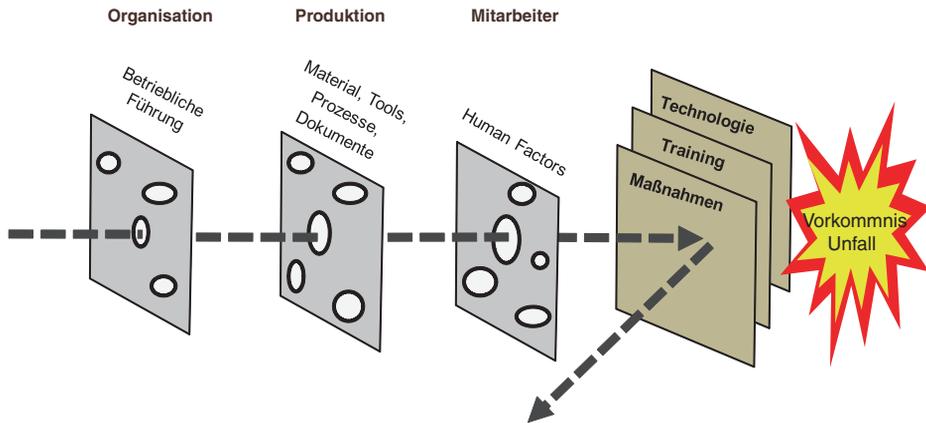


Abb. 1.1 Schweizer-Käse-Modell

- anspruchsvolle gesetzliche und normative Vorgaben an Qualitätsmanagementsysteme,
- umfassende Dokumenten- und Materialrückverfolgbarkeit in der Entwicklung, Fertigung und Instandhaltung,
- hohe Anforderungen an die Personalqualifizierung,
- umfangreiche Überwachungs- und Leistungskontrollmechanismen,
- eine ausgeprägte Sicherheits- und Fehlerkultur.

1.2 Qualitätsmanagementsysteme

Unternehmen, die luftfahrttechnische Produkte entwickeln, herstellen oder instandhalten, unterliegen in allen Ländern der Welt einer nationalen Luftfahrtgesetzgebung sowie zugleich einer Überwachung durch die zuständigen Luftaufsichtsbehörden. Inhaltlich sind die gesetzlichen Regularien weltweit sehr ähnlich und bilden den Rahmen für jede Art der Wertschöpfung an Luftfahrtprodukten. Den Schwerpunkt bilden Vorgaben zur betrieblichen Aufbau- und Ablauforganisation, insbesondere Vorschriften zur Einrichtung und Aufrechterhaltung betrieblicher Qualitätssysteme. Da die staatlichen Vorgaben einen wesentlichen Einfluss auf Qualität und Produktsicherheit haben, werden diese im [Abschn. 1.2.1](#) in Grundzügen dargestellt.

Den großen Industriebetrieben der Luftfahrtbranche reichen die gesetzlichen Vorgaben jedoch nicht aus. Denn während die staatlich verpflichtenden Qualitätsvorgaben den Schwerpunkt auf Aspekte der Sicherheit und Rückverfolgbarkeit legen, verlangen die Betriebe darüber hinaus Wirtschaftlichkeit sowie Termintreue, Prozessstabilität und Kundenzufriedenheit. Aus diesem Grund haben seit 2003 neben den gesetzlichen Vorgaben „freiwillige“ Selbstverpflichtungen durch Einführung der ISO EN 9100er-Normenreihe rasante Verbreitung in der luftfahrtbetrieblichen Zulieferkette gefunden. Aufgrund deren Bedeutung werden Grundkonzeption und Inhalte der EN 9100er-Reihe in [Abschn. 1.2.2](#) dargestellt.

1.2.1 Gesetzliche Qualitätssysteme

In Europa, wie quasi überall auf der Welt, bestehen gesetzliche Vorgaben zur Entwicklung, Herstellung und Instandhaltung luftfahrttechnischer Produkte. Diese in Europa als Implementing Rules bezeichneten Gesetze wurden durch das EU Parlament ratifiziert und finden in allen Staaten der Europäischen Union unmittelbare Anwendung. Mit ihnen verfolgt die EU das Ziel, grundlegende Anforderungen zur Gewährleistung eines einheitlich hohen Niveaus an die zivile Flugsicherheit und den Umweltschutz sicherzustellen. Ergänzt werden die Gesetze durch behördliche Interpretationen und Umsetzungsempfehlungen. Diese geben Hinweise zur Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben und haben formal empfehlenden, in der betrieblichen Praxis jedoch quasi-verbindlichen Charakter. Alle Vorgaben gelten für jeden behördlich zugelassenen luftfahrttechnischen Betrieb, ganz gleich, ob dieser im Bereich Entwicklung, Herstellung oder Instandhaltung tätig ist. Nur Unternehmen, die diese gesetzlichen Vorgaben erfüllen, erhalten eine behördliche Betriebszulassung und dürfen Luftfahrtprodukte in Verkehr bringen. Diese Genehmigung gilt jedoch nur in dem Umfang, für den die Betriebe ihre individuelle Kernkompetenz nachweisen können.

Die staatlichen Vorgaben verlangen, dass Unternehmen in der luftfahrttechnischen Leistungserbringung ein innerbetrieblich übergreifendes Qualitätssystem unterhalten, das in der Lage ist, die Funktions- bzw. Leistungsfähigkeit der gesamten Wertschöpfung unter Qualitätsaspekten zu steuern und zu überwachen. In einem solchen System müssen der Organisationsaufbau und die betrieblichen Abläufe dokumentiert festgelegt sein und deutlich machen, dass eine kontrollierte Leistungserbringung in einem beherrschten Arbeitsumfeld stattfindet.

Behördlich anerkannte Qualitätssysteme luftfahrttechnischer Betriebe müssen mindestens die folgenden Organisationsstrukturen aufweisen:

1. ein übergreifendes Steuerungs- und Qualitätssystem zur Lenkung und Überwachung der Prozesse, Dokumente und Aufzeichnungen sowie Ressourcen,
2. eine unabhängige Funktion (Stabstelle) des Qualitätsmanagements mit direktem Zugang zur Geschäftsleitung,
3. ein nachvollziehbares System zur Abnahme der Produkte bzw. der Produktentwicklung, soweit notwendig mit Zweitkontrollen,
4. ein System der qualitätsseitigen Steuerung und Überwachung der Zulieferer, insbesondere dann, wenn diese über keine eigene behördliche Zulassung verfügen,
5. ein innerbetriebliches Ereignis- / Fehlermeldesystem einschließlich einem Kommunikationskanal zur zuständigen Luftfahrtbehörde.

Um eine angemessene Wertschöpfungsqualität zu erzielen, sind darüber hinaus die erforderlichen Ressourcen vorzuhalten.¹ So muss der Betrieb in Umfang und Qualifikation

¹ vgl. Implementing Rule Initial Airworthiness EASA Part 21–21A.145, Implementing Rule Airworthiness EASA Part 145 – 145.A.20, 30, 35 und 40.

über hinreichend Personal verfügen, um die luftfahrttechnische Leistungserbringung angemessen ausführen zu können. Hinreichende Ausbildung, Kenntnisse und Erfahrung werden explizit Führungskräften, Mitarbeitern mit technischer Planungsverantwortung, Ingenieuren sowie Qualitätsmanagement-Beauftragten (QMB) und sog. freigabeberechtigten Produktionspersonal² abverlangt.

Das Top-Management behördlich zugelassener Luftfahrtindustriebetriebe muss überdies der zuständigen Luftaufsichtsbehörde (in Deutschland dem Luftfahrt-Bundesamt) namentlich mitgeteilt werden und von dieser akzeptiert sein. Vergleichbar dem Umwelt- oder Arbeitsschutzrecht stehen diese Manager dann persönlich in der Verantwortung, dass die luftrechtlichen Anforderungen im Betrieb jederzeit erfüllt werden. Diese Vorgabe soll eine hohe Fach- und Sachkompetenz auch bei den obersten Führungskräften sicherstellen und bei den Ernannten das persönliche Verantwortungsbewusstsein intensivieren.

Neben den personellen Anforderungen müssen Luftfahrtbetriebe über eine der Leistungserbringung angemessene Betriebsausstattung verfügen. Betriebsstätten, Betriebsmittel und Arbeitsbedingungen sind in einem Umfang vorzuhalten, wie dies für eine vorschriftsmäßige Arbeitsausführung erforderlich ist.

Für die Aufrechterhaltung der behördlichen Zulassung müssen die Unternehmen die Leistungsfähigkeit ihres Qualitätssystems sowie die Erfüllung aller weiteren Zulassungsvoraussetzungen regelmäßig von der zuständigen Luftaufsichtsbehörde bestätigen lassen. Dazu finden i.d.R. jährlich behördliche Betriebsbegehungen in Form von Audits statt.

Der Gesetzgeber, vertreten durch die Luftaufsichtsbehörde, verlangt und überwacht also die konsequente Einhaltung der technischen, organisatorischen und personellen Voraussetzungen für eine ordnungsgemäße Leistungserbringung. Betriebe, die Luftfahrtprodukte entwickeln, herstellen oder instandhalten, können sich dieser staatlichen Kontrolle nicht entziehen.

Aufgrund der Branchengröße können nicht alle Betriebe der Wertschöpfungskette eine behördliche Zulassung beantragen. Dies würde die zuständigen Behörden kapazitativ überfordern und so verfügen meist nur die Luftfahrtkonzerne und deren wichtigsten Zulieferer am Ende der Wertschöpfung über eigene Behördenzulassungen.

Ob Betriebe letztlich überhaupt eine behördliche Zulassung benötigen, ist abhängig vom Produktportfolio, den Kundenanforderungen, der Betriebsgröße und der Unternehmenspolitik. Einen gesetzlichen Zwang gibt es nur für die wenigsten Zulieferer, üblicherweise nur für solche am Ende der Wertschöpfungskette. Für die meisten Betriebe ist eine EN 9100 Zertifizierung ausreichend.

Auf eine Pflicht zur behördlichen Zulassung wurde vom Gesetzgeber bewusst verzichtet.³ Denn staatliche Prüfstellen sind mit hohen Kosten für die Allgemeinheit verbunden,

² In der Instandhaltung müssen die Techniker gar einen behördlichen Qualifikationsnachweis (Aircraft Maintenance Licence) vorweisen können. Vgl. [Abschn. 1.5.2](#) Abschnitt *Freigabeberechtigtes Produktionspersonal*.

³ Der Ursprung dieser Philosophie ist auf einen revolutionären und weitsichtigen Entschluss Deutschlands aus dem Jahre 1968 zurückzuführen.

ohne dennoch eine lückenlose Überwachung sicherstellen zu können. Daher setzt das Luftrecht auf die Delegation von Prüfaufgaben an die Industrie bei gleichzeitiger Kontrolle durch staatliche Aufsichtsstellen.

Diese luftrechtlichen Strukturen wären dabei ebenso für andere Branchen geeignet, wie etwa der Lebensmittelwirtschaft bzw. der landwirtschaftlichen Erzeugung, die seit Jahren gelegentlich mit Skandalen (z. B. Dioxin in Eiern oder Futtermitteln) in den Fokus der öffentlichen Wahrnehmung geraten.

1.2.2 Die europäischen Luftfahrtnormen der EN 9100er-Reihe

Um auch in den unteren Ebenen der Lieferkette ein angemessenes Qualitätsniveau sicherzustellen, hat die Luftfahrtindustrie branchenspezifische DIN EN Normen publiziert. Im Zeitraum zwischen 2003 und 2005 wurden dazu durch das Europäische Komitee für Normung (CEN) die folgenden drei zertifizierbaren Luftfahrtnormen herausgegeben⁴:

- EN 9100 Luft- und Raumfahrtnorm für Konstruktion, Entwicklung, Produktion, Montage und Wartung,
- EN 9110 Luft- und Raumfahrtnorm für Wartungsbetriebe,
- EN 9120 Luft- und Raumfahrtnorm für Händler und Lagerhalter.

Vergleichbar mit der ISO 9001 sollen Betriebe durch Einführung dieser Luftfahrtnormen dem (freiwilligen) Zwang unterworfen werden, einen anerkannten Qualitätsmanagement-Standard zu implementieren. Damit wird primär das Ziel verfolgt, die nach der Norm zertifizierten Betriebe⁵:

- durch ein effektives QM-System mit effizienten Prozessen und deren ständiger Bewertung wettbewerbsfähig für die Zukunft zu machen bzw. zu halten,
- den Zwang auszusetzen, Verbesserungen am QM-System ständig und systematisch zu planen, umzusetzen, zu bewerten sowie stets von Neuem zu verbessern,
- dazu aufzufordern, sich immer wieder mit eigenen Fehlern, Schwachstellen und Verschwendung auseinanderzusetzen, um Ursachen nachhaltig abzustellen,
- industrieweit einen einheitlichen, vergleichbaren Qualitätsstandard zu nutzen.

Im Rahmen der eigentlichen Leistungserbringung sollen gegenüber Betrieben ohne ein standardisiertes Qualitätsmanagementsystem vor allem mangelnde Planung und Steuerung, fehlende Nachvollziehbarkeit, Schwächen in der Kommunikation sowie unstrukturierte Personalqualifikation verhindert werden.

⁴ Diese Normen stimmen technisch mit denen der amerikanischen SAE AS 9100er-Reihe überein.

⁵ vgl. Franke (2005), S. 14.

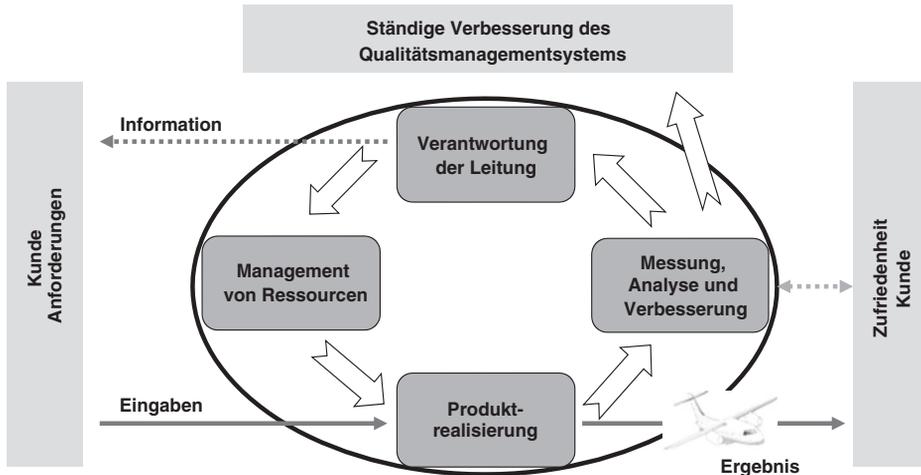


Abb. 1.2 Modell eines prozessorientierten QM-Systems gem. ISO 9001 und EN 9100

Neben diesen Zielen basiert auch die konzeptionelle Ausrichtung der EN 9100er-Reihe auf den gleichen Grundpfeilern wie die ISO 9001. So sind die Normen prozessorientiert ausgerichtet und setzen an allen Kernelementen der Wertschöpfung vom Vertrieb über die Konstruktion und Entwicklung sowie die Beschaffung, Produktion und Montage bis zur Wartung an. Im Hinblick auf die kontinuierliche Verbesserung der Leistungserbringung und des QM-System kommt bei der ISO 9001 und der EN 9100er-Reihe gleichermaßen der Deming'sche PDCA-Zyklus zum Tragen. Diesen Regelkreis zeigt Abb. 1.2. Danach bilden die Eingaben des Kunden und das betriebliche Ressourcen-Management (*Plan*) den Input für die Produktrealisierung (*Do*). Der Wertschöpfungsprozess und dessen Output unterliegen dabei der Messung, Analyse und Verbesserung (*Check*). *Act* nimmt Bezug auf die sich daraus ergebenden Verbesserungsmaßnahmen am QM-System sowie der Verantwortungs- und Entscheidungsgewalt der Betriebsleitung. Sie muss aus den Erkenntnissen Maßnahmen für die zukünftige Leistungserbringung ableiten.

Während also bei den Zielen und dem konzeptionellen Aufbau eine hohe Übereinstimmung zwischen EN 9100 und ISO 9001 besteht, zeigen sich jedoch bei der inhaltlichen Ausgestaltung, dem Umsetzungsanspruch und den Dokumentationsanforderungen im Rahmen des (Re-) Zertifizierungsablaufs deutliche Unterschiede.

So wurde die EN 9100er-Reihe um die besonderen Bedürfnisse der Luft-, Raumfahrt- und Verteidigungsindustrie erweitert.⁶ Diese Normen stellen zum Beispiel ergänzend zur ISO 9001 umfassende Anforderungen an das Risikomanagement, das Konfigurationsmanagement und an die Rückverfolgbarkeit, die Lieferantenüberwachung, die

⁶ Die spezifischen Anforderungen der Luft- und Raumfahrtindustrie sind in den Normen in Fettdruck und Kursivschrift dargestellt und so deutlich von den klassischen ISO 9001er Bestandteilen zu unterscheiden.