



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Bachelorarbeit

Christine Sophie Oldach

Erarbeitung einer systemtechnischen Übersicht zur effizienteren Detailplanung der Inbetriebnahme von Schiffsbetriebssystemen

*Fakultät Technik und Informatik
Department Maschinenbau und Produktion*

*Faculty of Engineering and Computer Science
Department of Mechanical Engineering and
Production Management*

Christine Sophie Oldach

Thema der Bachelorarbeit:
Erarbeitung einer systemtechnischen
Übersicht zur effizienteren Detailplanung der
Inbetriebnahme von Schiffsbetriebssystemen

Bachelorarbeit eingereicht im Rahmen der Bachelorprüfung

im Studiengang Maschinenbau Entwicklung und Konstruktion
am Department Maschinenbau und Produktion
der Fakultät Technik und Informatik
der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

in Zusammenarbeit mit:

Firma: Blohm +Voss B.V. & Co.KG.

Abteilung: Inbetriebnahme [TFII]

████████████████████

████████████

Erstprüfer/in: Prof. Dr. Benjamin Kloss-Grote

Zweitprüfer/in : Dipl.-Ing. Bettina Klimmek

Zusammenfassung [DE]

Christine Sophie Oldach

Thema der Bachelorthesis

Erarbeitung einer systemtechnischen Übersicht zur effizienteren Detailplanung der Inbetriebnahme von Schiffsbetriebssystemen

Stichworte

Inbetriebnahmeplanung, Abhängigkeiten Inbetriebnahme, Inbetriebnahme Schiffbau

Kurzzusammenfassung

Diese Arbeit beschäftigt sich mit dem Thema der effizienten Planung der Inbetriebnahme. Es lässt sich feststellen, dass es auf der Werft Blohm+Voss B.V. & Co. KG ein Optimierungspotenzial der Inbetriebnahmeplanung gibt. Es wurde eine modulare Übersicht erarbeitet, aus der sowohl der Terminplaner als auch der Inbetriebnehmer nützliche Informationen erhalten können.

Dem Terminplaner wird in einem Modul eine Matrix aller Abhängigkeiten zwischen Inbetriebnahmen verschiedener Systeme bereitgestellt. Anhand dieser kann er in Zukunft die Inbetriebnahmetermine planen, ohne, dass es zu negativen Verkettungen während der Inbetriebnahme kommt. Zudem werden dem Planer in dem Modul „Komponenten“ Informationen darüber bereitgestellt, welche Fertigungsschritte zum Beginn der Inbetriebnahme abgeschlossen sein müssen.

Dem Inbetriebnehmer werden in den Modulen „Prüfspezifikationen“ und „Dokumente“ Informationen über die Durchführung der Inbetriebnahme und des Funktionsnachweises sowie dazu benötigte Materialien bereitgestellt.

Zusammenfassung [EN]

Christine Sophie Oldach

Title of the paper

Development of an systems engineering overview for more efficient detailed planning of the commissioning of ship operating systems

Keywords

Commissioning planning, dependencies of commissioning, commissioning of shipbuilding

Abstract

This work deals with the topic of efficient planning of commissioning. It can be said that at the Blohm+Voss B.V. shipyard & Co. KG there is potential for optimizing the commissioning planning. A modular overview was developed from which both the scheduler and the commissioning engineer can obtain useful information.

A matrix of all dependencies between different commissioning is made available to the scheduler in a module. Based on this, the commissioning dates can be planned in the future without negative concatenations occurring during commissioning. In addition, the planner is provided with information in the “Components” module about which production steps must be completed before commissioning can begin.

In the “Test Specifications” and “Documents” modules, the commissioning engineer is provided with information about the implementation of the commissioning and the proof of function, as well as the materials required for this.

Vorwort

Die vorliegende Bachelorarbeit befasst sich mit der Effizienz der Inbetriebnahmeplanung von Schiffsbetriebssystemen durch die Planungsabteilung und das Inbetriebnahmeteam auf der Werft Blohm+Voss B.V. & Co. KG. Das Ergebnis dieser Arbeit soll eine Grundlage für eine IT-technische Lösung zur effizienteren Planung der Inbetriebnahme bieten.

Die Bachelorarbeit schrieb ich als Abschlussarbeit meines dualen Studiums im Fachbereich Maschinenbau in Zusammenarbeit mit der HAW Hamburg und der Blohm+Vos B.V. & Co. KG. Während der Praxisphasen meines dualen Studiums wurde ich im Inbetriebnahmeteam eingesetzt. In dieser Zeit entstand die Idee für das Thema dieser Arbeit.

Während der Erarbeitung meiner Ergebnisse standen mir Herr Prof. Dr. Benjamin Kloss-Grote von der HAW Hamburg sowie Dipl.-Ing. Bettina Klimmek, die Leitung des Inbetriebnahmeteams und einige Mitarbeiter des Inbetriebnahmeteams zur Seite. Durch die Erfahrungswerte der Mitarbeiter konnte ich sowohl Optimierungspotentiale der aktuellen Inbetriebnahmeplanung feststellen als auch einige Verbesserungsvorschläge sammeln.

Daher möchte ich mich an dieser Stelle bei allen genannten Personen für die Unterstützung bedanken. Zudem hoffe ich, dass der erarbeitete Lösungsansatz für eine effizientere Planung der Inbetriebnahme auf der Werft weiterverfolgt und umgesetzt werden kann.

Aufgabenstellung

Thema: Erarbeitung einer systemtechnischen Übersicht zur effizienteren Detailplanung der Inbetriebnahme von Schiffsbetriebssystemen

Aufgabenstellung:

Um die Fertigstellung und Inbetriebnahme von Schiffsbetriebssystemen an Bord eines Schiffes durchführen zu können, wird u. a. eine detaillierte Planung benötigt. Um diese Planung und damit die Inbetriebnahme effizienter zu gestalten, soll hierfür eine adäquate Übersicht erstellt werden.

Diese systemtechnische Übersicht umfasst

- alle Schiffsbetriebssysteme inkl. dazugehöriger Anlagen und Komponenten,
- die für den Betrieb notwendigen Versorgungsleitungen und Medien,
- die Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Systemen,
- die Priorisierung der Komponenten eines Systems nach Notwendigkeit für den jeweiligen Betrieb
- die Unterlagen/Prüfspezifikationen zur Inbetriebnahme und Abnahme des Systems.

Informationen für die Übersicht werden gewonnen aus verschiedenen Unterlagen und Datenbanken, wie z. B. einem Baugruppenverzeichnis, Konstruktionszeichnungen, Systembeschreibungen, einer Gerätedatenbank und mit dem Kunden abgestimmten Prüfspezifikationen.

Die Bearbeitung soll folgende Punkte umfassen:

- Literaturrecherche
- Definition und Diskussion des Ist-Zustandes der Informationen für Inbetriebnehmer und Planer (inkl. Aufbau- und Ablauf-Organisation)
- Ausarbeitung einer Methode zum Zusammenstellen aller für die Übersicht notwendigen Informationen
- Anwendung dieser Methode an mindestens einem ausgewählten Schiffsbetriebssystem eines 90m-Schiffes

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung [DE].....	I
Zusammenfassung [EN].....	I
Vorwort.....	II
Aufgabenstellung.....	III
Verzeichnisse.....	VII
Abkürzungsverzeichnis.....	VII
Abbildungsverzeichnis.....	VII
Tabellenverzeichnis.....	IX
1 Einleitung.....	10
1.1 Einleitung in die Arbeit und Kurzvorstellung des Unternehmens.....	10
2 Grundlagenwissen.....	13
2.1 Projektplanung.....	13
2.1.1 Gantt-Diagramm.....	13
2.1.2 Numeric Schedule Level/ Levelplanung.....	13
2.2 Inbetriebnahme.....	15
2.2.1 Inbetriebnahme allgemein.....	15
2.2.2 Kosten Inbetriebnahme im Schiffbau.....	16
2.2.3 Phasen einer Inbetriebnahme im Schiffbau.....	17
2.2.4 Mögliche nicht planbare Einflüsse auf die Inbetriebnahme im Schiffbau.....	18
2.2.5 Forderungen an die Planung der Inbetriebnahme im Schiffbau.....	19
2.3 Baugruppen.....	20
2.4 Prüfspezifikationen.....	21
2.4.1 Prüfspezifikationen allgemein.....	21
2.4.2 I+I Prüfungen und Funktionsnachweis.....	21
2.5 Schiffsbetriebssysteme.....	22
2.5.1 Lüftungstechnik auf Marineschiffen.....	22
2.5.2 Aufbau einer Lüftungstechnischen Anlage am Beispiel K130.....	22
2.6 Generalplan Schiff.....	23
2.7 Das Firmeninterne PS-System.....	23
2.8 Verrichtungsorientierte Organisation.....	24
2.9 SIPOC-Methode.....	24
2.10 Design Structure Matrix (DSM) Methode.....	24
2.11 HTML (Hypertext Markup Language) und CSS (Cascading Style Sheets).....	25
3 Analyse des Ist-Standes der Inbetriebnahmeplanung auf der Werft Blohm+Voss.....	26
3.1 Aufbauorganisation Blohm+Voss.....	26

3.2 Ist-Stand der Ablauforganisation der Inbetriebnahmeplanung und Inbetriebnahmevorbereitung und Ableitung von Anforderungen an den Soll-Stand.....	28
3.3 Umfrage zum Thema Inbetriebnahmeplanung.....	31
3.3.1 Ziel und Aufbau der Umfrage.....	31
3.3.2 Ergebnis der Umfrage.....	31
3.4 Im Ist-Stand analysierte Optimierungspotentiale und deren Folgen.....	35
4 Entwicklung der Übersicht	37
4.1 Präzisierte Aufgabenstellung	37
4.1.1 Ziel der Übersicht.....	37
4.1.2 Anforderungsanalyse	39
4.1.2.1 Anforderungsermittlung	39
4.1.2.2 Anforderungsanalyse.....	40
4.1.2.3 Anforderungsrevision.....	41
4.1.2.4 Ideen zur Umsetzung der Anforderungen	41
4.2 Idee Aufbau der Übersicht/ Funktionsstrukturen.....	43
4.3 Diskussion prinzipieller Lösungen zur Erstellung des Programm-Prototypen der Übersicht.....	44
4.4 Name der Übersicht.....	44
4.5 Modulare Strukturen.....	44
4.5.1 Aufbau der Startseite	44
4.5.2 Aufbau Baugruppenkomponenten	44
4.5.3 Aufbau Prüfspezifikationen	45
4.5.4 Aufbau Dokumente.....	45
4.5.5 Aufbau Matrix der Abhängigkeiten.....	46
4.6 Gestaltung der Module.....	46
4.6.1 Startseite	46
4.6.2 Baugruppenkomponenten	47
4.6.3 Prüfspezifikationen	48
4.6.4 Dokumente	49
4.6.5 Matrix der Abhängigkeiten	49
4.6.6 Verknüpfung zwischen den Modulen	50
4.7 Methode zum Befüllen der Module mit Informationen	51
4.7.1 Befüllen der Startseite.....	51
4.7.2 Baugruppenkomponenten	53
4.7.2.1 Befüllen des Moduls „Baugruppenkomponenten“	53
4.7.2.2 Priorisierung	54
4.7.3 Prüfspezifikationen	55

4.7.4 Dokumente	56
4.7.5 Matrix der Abhängigkeiten	57
4.7.5.1 Befüllen des Moduls „Matrix der Abhängigkeiten“	57
4.7.5.2 Farb-Kategorien.....	57
4.8 Anwendung des methodischen Ablaufs zum Befüllen der Übersicht am Beispiel der Lüftungstechnischen Anlage	59
4.8.1 Befüllen der Startseite.....	59
4.8.2 Befüllen des Moduls „Baugruppenkomponenten“	59
4.8.3 Befüllen des Moduls „Prüfspezifikationen“	63
4.8.4 Befüllen des Moduls „Dokumente“	66
4.8.5 Befüllen des Moduls „Matrix der Abhängigkeiten“	68
5 Nutzungsbeschreibung des elektronischen Anhangs	70
6 Darstellung der Ergebnisse mit Diskussion und kritischer Bewertung.....	71
7 Zusammenfassung und Fazit	73
Glossar	74
Quellverzeichnis	77
Literaturverzeichnis	77
Verzeichnis genutzter Internetquellen	77
Anhang	79
Anhang 1: Ausschnitt des Marine Baugruppenverzeichnis	79
Anhang 2: Funktionsnachweis Lüftungstechnische Anlage.....	80
Anhang 3: Startseite der Übersicht.....	84
Anhang 4: Modul Baugruppenkomponenten.....	85
Anhang 5: Modul Prüfspezifikationen	86
Anhang 6: Modul der Matrix der Abhängigkeiten	87
Anhang 7: Quelltext der Startseite	88
Anhang 8: Matlab Programm.....	90
Anhang 9: Umfrage	92
Ergebnis Umfrage 1	92
Ergebnis Umfrage 2	93
Ergebnis Umfrage 3	94
Ergebnis Umfrage 4	95
Erklärung zur Arbeit Formblatt.....	96

Verzeichnisse

Abkürzungsverzeichnis

ARGE	-	Arbeitsgemeinschaft
BAAINBw	-	Bundesamt für Ausrüstung, Informationstechnik und Nutzung der Bundeswehr
BUF	-	Bauabweichung, UAN Reklamation, FLW Maßnahme
E-Diesel	-	Zur Stromerzeugung dienender Dieselmotor
FLW	-	Friedrich Lürssen Werft
FN	-	Funktionsnachweis
HVAC	-	Heating, Ventilation and Air Conditioning (dt. Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik)
I+I	-	Installations- und Inbetriebnahmeprüfung
K 130	-	Schiff der Klasse 130
ÖAG	-	öffentlicher Auftraggeber
PS-System	-	Firmen-interne Produktions- und Planungssoftware
UAN	-	Unterauftragnehmer

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 – deutsche Marine, Schiffstyp K130 [Mar01]	10
Abbildung 2 – Anforderungen an ein wettbewerbsfähiges Angebot.....	10
Abbildung 3 – Kosten-Beeinflussungsdiagramm [Gün01, S.191].....	11
Abbildung 4 -Auszug Gantt-Diagramm der Kaltausrüstung eines Schiffsbereiches.....	13
Abbildung 5 - Zeitlicher Verlauf der Ausfallsrate von verfahrenstechnischen Anlagen [Web01, S.244]	15
Abbildung 6 - Phasen der Inbetriebnahme	17
Abbildung 7 - Auszug Baugruppenverzeichnis Projekt K 130 Los 2	20
Abbildung 8 - Auszug I+I Lüftungstechnische Anlage Projekt K 130 Los 2	21
Abbildung 9 - Ausschnitt Generalplan K 130 Los 2, Hauptdeck	23
Abbildung 10 - Bildliche Darstellung der SIPOC-Methode [SIP01]	24

Abbildung 11 - Beispiel Design Structure Matrix [DSM02].....	25
Abbildung 12 - Organigramm technische Geschäftsführung Blohm+Voss	26
Abbildung 13 - Organigramm Inbetriebnahmeteam	27
Abbildung 14 - Organigramm Arbeitsplanung.....	27
Abbildung 15 - Ablauforganisation Inbetriebnahmeterminplanung und Planung der Inbetriebnahmedurchführung auf der Werft Blohm+Voss.....	30
Abbildung 16 - Generelles Vorgehen beim Entwickeln und Konstruieren (nach VDI 2221)...	37
Abbildung 17 - Anwendung der SIPOC-Methode an der Inbetriebnahmeplanung	38
Abbildung 18 - Prozessschritte der Anforderungsanalyse	39
Abbildung 19 - Nutzen-/Aufwandanalyse.....	40
Abbildung 20 - Mind-Map zum ideenhaften Aufbau der Übersicht	43
Abbildung 21 - Modul der Baugruppenkomponenten	45
Abbildung 22 - Modul Prüfspezifikation der Baugruppen	45
Abbildung 23 - Startseite der Übersicht	46
Abbildung 24 - Beispiel Modul Baugruppenkomponenten	47
Abbildung 25 - Ausschnitt des Moduls Prüfspezifikationen	48
Abbildung 26 - Ausschnitt des Moduls Matrix der Abhängigkeiten.....	49
Abbildung 27 - Methodischer Ablauf des Befüllens der Übersicht.....	51
Abbildung 28 - MATLAB-Programmstruktur zum Erstellen der Startseite.....	51
Abbildung 29 - Notwendige Ordnerstruktur zur Funktionserfüllung der Startseitenverlinkungen	52
Abbildung 30 - Ausschnitt Inhalt Ordner "Komponenten"	52
Abbildung 31 - Ablaufdiagramm: Befüllen des Modul "Baugruppenkomponenten"	54
Abbildung 32 - Flussdiagramm: Befüllen des Moduls "Prüfspezifikationen"	56
Abbildung 33 - Abfrage über den Projektnamen im MATLAB-Programm	59
Abbildung 34 - Text-Datei wird durch MATLAB-Code als HTML-Datei speichern	59
Abbildung 35 - Überschriftenleiste der Gerätedatenbank nach dem Löschen überflüssiger Spalten	59
Abbildung 36 - Filtern der Baugruppe 4600]	60
Abbildung 37 - Beispiel mehrfacher Nennung einer Komponente in der Gerätedatenbank...	60
Abbildung 38 - Reiter der Unterbaugruppen der Baugruppe 4600.....	61
Abbildung 39 - Ausschnitt der Baugruppe 4600 aus dem Baugruppenverzeichnis	61
Abbildung 40 - Ausschnitt Hauptkomponenten der Baugruppe 4600 Lüftungstechnische Anlage	61
Abbildung 41 - Ausschnitt Nebenkomponten der Baugruppe 4600 Lüftungstechnische Anlage	62
Abbildung 42 - Ausschnitt Schema Warmwasser	63
Abbildung 43 - Gefilterte Prüfspezifikationen der Baugruppe 4600 im PS-System	64
Abbildung 44 - Startseite des Moduls Prüfspezifikationen der Baugruppe 4600	64
Abbildung 45 - Ausschnitt des Moduls Prüfspezifikationen der Baugruppe 4600 (Abgabe Voraussetzungen)	65
Abbildung 46 - Auszug der Prüfspezifikation 4600-Q-600-000	65
Abbildung 47 - Auszug des Moduls Prüfspezifikationen der Baugruppe 4600 (Durchführungen)	66
Abbildung 48 - Ausschnitt Prüfspezifikationen (Dokumente).....	67
Abbildung 49 - Ausschnitt des Moduls Dokumente der Baugruppe 4600	67
Abbildung 50 - Ausschnitt des Moduls Prüfspezifikationen der Baugruppe 4600.....	69
Abbildung 51 - Ausschnitt der Matrix der Abhängigkeiten	69
Abbildung 52 - Ordnerstruktur elektronischer Anhang	70
Abbildung 53 - Ordnerstruktur "TUPI_Prototyp"	70

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 – Levelplanung: Inhalt und Detailtiefe der verschiedenen Planungs-Level...	11
Tabelle 2 – Umfrage: Kommunikation zwischen Planung und Inbetriebnahme.....	29
Tabelle 3 – Umfrage: Zufriedenheit mit Inbetriebnahme Terminplanung.....	29
Tabelle 4 – Umfrage Bereitstellung von Unterlagen für Inbetriebnahme Vorbereitung.....	30
Tabelle 5 – Umfrage: Aufwand der Planung zur Inbetriebnahmedurchführung.....	30
Tabelle 6 – Umfrage: Berücksichtigung von Abhängigkeiten in der Inbetriebnahme Terminplanung.....	30
Tabelle 7 – Anforderungsermittlung: Ziel der Anforderung und Nutzer der erfüllten Anforderung.....	36
Tabelle 8 – Anforderungsanalyse: Umsetzungsmöglichkeiten der Anforderungen.....	38
Tabelle 9 – Definition der Farbcodierung in der Matrix der Abhängigkeiten.....	51
Tabelle 10 – Beispiele zur Kategorisierung von Komponenten der Baugruppe 4600 im Projekt K130.....	55

1 Einleitung

1.1 Einleitung in die Arbeit und Kurzvorstellung des Unternehmens

Diese Bachelorarbeit wurde in Kooperation mit der Blohm+Voss B.V. & Co. KG geschrieben. Die Werft gehört zu der NVL Group. Diese ist im Bereich des Marine Schiffbaus tätig. Die NVL Group setzt sich aus sechs Standorten in Deutschland, zwei Standorten in Australien, einem Standort in Bulgarien und einem Standort in Brunei zusammen. Die Werften an den verschiedenen Standorten arbeiten eng miteinander zusammen. Abbildung 1 zeigt eine K 130 der deutschen Marine. Die Schiffe 6 bis 10 dieser Klasse werden aktuell auf der Werft Blohm+Voss fertiggestellt.



Abbildung 1 – deutsche Marine, Schiffstyp K130 [Mar01]

Der Marine-Schiffbau ist durch technisch hohe Ansprüche gekennzeichnet. Damit es zu Aufträgen kommt, müssen wettbewerbsfähige Angebote gestellt werden. Indikatoren für ein wettbewerbsfähiges Angebot sind ein niedriger Preis, kurze Ablieferungszeiten, ein hoher technischer Standard und ein hoher Komfort (Abbildung 2 – Anforderungen an ein wettbewerbsfähiges Angebot). [VDIB01, Kap. Die Inbetriebnahme komplexer Produkte in der Einzel- und Kleinserienfertigung]

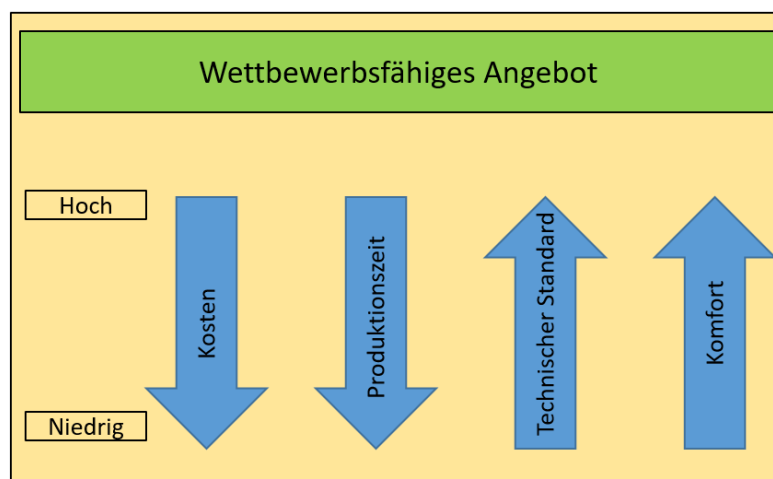


Abbildung 2 – Anforderungen an ein wettbewerbsfähiges Angebot

Um in möglichst geringer Zeit ein Schiff von hoher Qualität zu produzieren, müssen die Bestellung, Fertigung, und Lieferung sowie die Inbetriebnahme optimal geplant sein. Beim Schiffbau handelt es sich um das Fertigungssystem der Baustellenfertigung. Dies bedeutet, die Produktionsstellen sind um das Produktionsobjekt, das Schiff, herum

angeordnet. Es müssen Material, Personal und Betriebsmittel zum Schiff transportiert werden. [HEI01]

Der Bau, die Montage und die Inbetriebnahme sind die letzten Phasen eines Projektes, der Zeitpuffer ist meist aus vorangegangenen Projektphasen aufgebraucht. [GÜN01] Zudem sind die Kosten in diesen letzten Projektphasen, wie in Abbildung 3 zu erkennen ist, während des gesamten Projekts am höchsten und die Beeinflussungsmöglichkeit am geringsten.

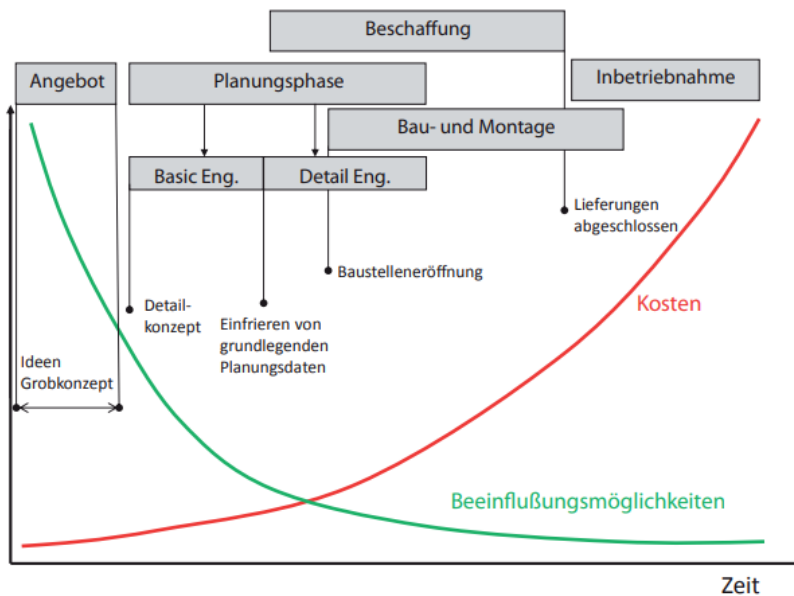


Abbildung 3 – Kosten-Beeinflussungsdiagramm [Gün01, S.191]

Um diesen Problemen vorzubeugen, müssen Fertigungsbauschritte so abgestimmt sein, dass ein vorangegangener Arbeitsschritt den nächsten nicht behindert. Zudem müssen die Bauunterlagen vollständig den zuständigen Personen vorliegen und das Material zum Montagezeitpunkt abrufbereit im Lager vorhanden sein. Aufgrund der hohen Materialmenge, die für den Bau eines Schiffes notwendig ist, wird der Ansatz einer "Just in Time"-Lagerwirtschaft auf der Werft verfolgt. Die Inbetriebnahmereihenfolge muss auch schlüssig und ohne Komplikationen abgestimmt sein. Denn ca. 50% der während der Inbetriebnahme auftretenden, hohe Kosten verursachenden Störungen sind auf Schnittstellenprobleme zurückzuführen [WEB001]. Und die jeweiligen Voraussetzungen für die Inbetriebnahme müssen erfüllt sein.

Dies bedarf alles einer detaillierten Vorplanung der Fertigungs- und Inbetriebnahmeschritte.

In dieser Arbeit wird sich aufgrund des Umfangs ausschließlich auf die Inbetriebnahme beschränkt.

Das Personal der Planungsabteilung auf der Werft Blohm+Voss verfügt häufig nicht über genügend Informationen aus der Konstruktion, um die Detailplanung der Inbetriebnahme effizient durchführen zu können. Bei den Informationen handelt es sich um Zusammenhänge zwischen verschiedenen Schiffsbetriebssystemen. Denn nicht jede Inbetriebnahme eines Systems ist mit der eines anderen Systems kompatibel. Diese Inkompatibilität muss in der Planung sorgfältig berücksichtigt werden. Ein Beispiel für einen Ausschluss ist, dass es sowohl Abschnitte von Inbetriebnahmen gibt, die während der Seefahrt durchgeführt werden müssen, als auch Abschnitte, die im Hafen durchgeführt werden müssen.

Kommt es während der Inbetriebnahme zu Verzögerungen oder Störungen, muss neu geplant werden. Der Grund dafür ist, dass das oberste Ziel immer das Beenden des Projektes zum vorgegeben Termin ist.

Aktuell müssen sich das Inbetriebnahmeteam und die Planer zusammensetzen und die Detailplanung abstimmen.

Die ständige Rücksprache zwischen Planung und Inbetriebnahmeteam ist ein Zeit- und Kosten-Faktor. Daher ist es das Ziel dieser Arbeit, eine systemtechnische Übersicht, die zur Ableitung der Detailplanung für die Inbetriebnahme von Schiffsbetriebssysteme dient, zu erarbeiten. Diese Übersicht soll dem Planer ermöglichen eine Startplanung erstellen zu können, ohne die ständige Rücksprache mit dem Inbetriebnahmeteam. Während der Inbetriebnahmephase wird es auf der Baustelle immer wieder zu Problemen kommen und die Terminplanung der Inbetriebnahme muss überarbeitet werden. In diesem Fall wird immer eine Abstimmung zwischen Planung und Inbetriebnahmeteam notwendig sein. Der Grund dafür ist, dass nur der Inbetriebnehmer den nötigen Zeitaufwand für das Beheben der auf der Baustelle auftretenden Probleme einschätzen kann.

2 Grundlagenwissen

2.1 Projektplanung

2.1.1 Gantt-Diagramm

Gantt-Diagramme, auch Balkenpläne genannt, werden als Werkzeug im Projektmanagement verwendet.

Diese dienen dazu, Aktivitäten und Aufgaben zeitbezogen zu planen und anzuzeigen. Jede Aktivität wird durch einen Planungsbalken abgebildet. Dieser visualisiert das geplante Start- und Enddatum sowie die geplante Dauer der Aktivität. Zudem können Beziehungen zwischen verschiedenen Aktivitäten dargestellt werden. Zu jedem Planungsbalken gibt es einen Referenzbalken, dieser visualisiert das tatsächliche Startdatum und die tatsächliche Dauer der Aktivität. [Gan01]

In Abbildung 4 ist ein Auszug eines Gantt-Diagramms zu sehen.

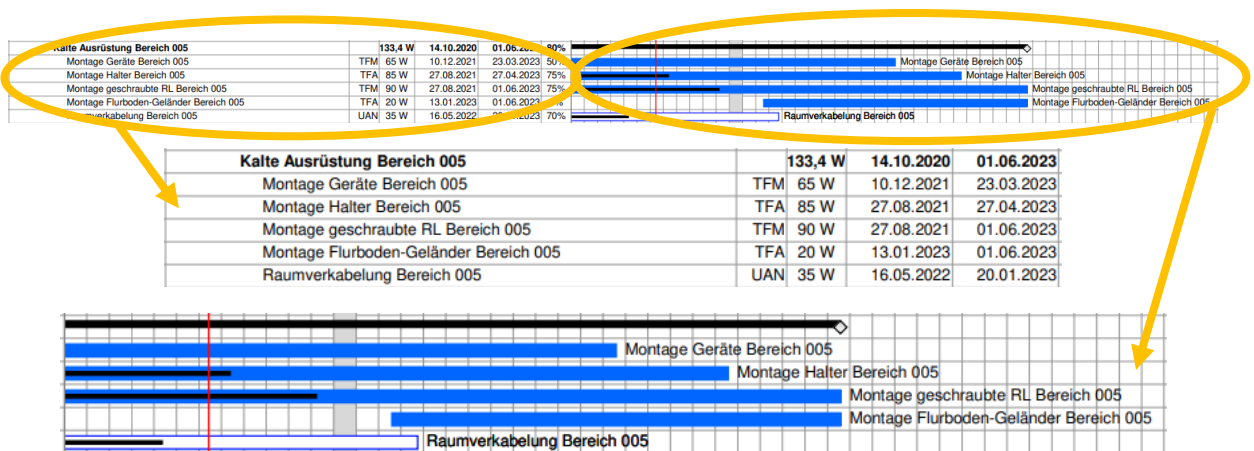


Abbildung 4 -Auszug Gantt-Diagramm der Kaltausrüstung eines Schiffsbereiches

2.1.2 Numeric Schedule Level/ Levelplanung

Die Methode der Levelplanung ist das Gliedern eines Terminplans in verschiedene Detailgrade. Die Levelplanung startet mit Level 0 (sehr grob) und endet je nach Detailtiefe bei Level X (sehr fein).

Je höher das Level, desto größer die Detailtiefe der Planung. [Lev02] Jedes Planungslevel bedient den Informationsanspruch verschiedene Projektteilnehmer. [Gün01, Kap. 6.3] Den Projektverantwortlichen interessieren hauptsächlich Projektstart, Projektende und Zahlungsmeilensteine. In der Fertigung hingegen interessieren diese groben Termine nur sekundär, dort wird ein Terminplan benötigt, der Arbeitsschritte terminiert.

Der Level 0 Terminplan stellt den Starttermin, den Endtermin und die Zahlungsmeilensteine des Projektes dar. Die Level 0 Planung ist wichtig für die Projektleitung, da diese Termine dringend eingehalten werden müssen, um die Zahlungen des Kunden in vollem Umfang zu erhalten. [Lev02]

Der Level 1 Terminplan beinhaltet die Hauptkomponenten des Projektes mit Start- und Endterminen. Diese Hauptkomponenten werden häufig auch als Projektmeilensteine bezeichnet. [Lev02] In einem Schiffbauprojekt wären einige Beispiele für Hauptkomponenten im Terminplan die Fertigstellung des Schiffskörpers, das Einbringen aller Maschinen und maschinenbaulichen Komponenten und die Inbetriebnahme.

Im Level 2 Terminplan werden die Hauptkomponenten des Level 1 Terminplans weiter aufgegliedert. Dadurch werden die Abhängigkeiten zwischen den Gewerken verdeutlicht. [Gün01, Kap. 6.3] Am Beispiel des Schiffbauprojekts K130 wird die Inbetriebnahme jetzt in die Fachbereiche unterteilt (beispielsweise Maschinenbau, Ausrüstung, Elektrotechnik, HVAC).

Der Level 3 Terminplan ist eine weitere Detaillierung des Level 2 Terminplans. Dieser ermöglicht eine konkrete Fortschrittsmessung, die Identifizierung von kritischen Aktivitäten und dient als Steuerungsinstrument. [Lev02][Gün01, Kap. 6.3] Am bereits angeführten Beispiel wird die Inbetriebnahme der Fachbereiche jetzt auf einzelne Systeme aufgegliedert (beispielsweise wird die Inbetriebnahme Maschinebau in Inbetriebnahme Antriebsanlagen, Frischwassererzeugung usw. gegliedert).

Der Level 4 Terminplan ist eine weitere Detaillierung des Level 3 Terminplans. In diesem werden jetzt die Systeme auf ihre Komponenten herunter gebrochen. Dieses bildet eine genaue Tätigkeitsplanung für Fertigung und Inbetriebnahme ab. Erst in dieser Stufe können anhand von Fortschrittsmessungen mögliche zeitliche Engpässe festgestellt werden. [Lev02] [Gün01, Kap. 6.3] Am oben angeführten Beispiel wird die Inbetriebnahme der Antriebsanlage jetzt in die Inbetriebnahme der Teilkomponenten der Antriebsanlage gegliedert.

In der Tabelle 1 sind die Detaillierung und die Planungsgenauigkeit den jeweiligen Planungslevel zugeordnet.

Der genaue Detaillierungsgrad der einzelnen Level ist in keiner Norm festgelegt. [Gün01, Kap. 6.3] Jede Firma betreibt diese Levelplanung etwas anders und an die Interessen des Unternehmens angepasst. Aufgrund der Freiheit in der Ausführung der Levelplanung endet die Planung nicht in jeder Firma bei Level 4, die Detaillierung der Aktivitäten kann beliebig weit durchgeführt werden.

Zudem ist die Levelplanung nicht die einzige mögliche Terminplanung, die eine Abstufung der Aktivitäten ermöglicht.




Level	Inhalt	Planungs- genauigkeit
Level 0	Projektstart Projektende Zahlungsmeilensteine	
Level 1	Hauptkomponenten Bsp. Schiffbau (Start-Ende) Ausrüstung (Start-Ende) Maschinenbau (Start-Ende) Inbetriebnahme (Start-Ende)	
Level 2	1. Aufgliederung der Hauptkomponenten Bsp. Inbetriebnahme aufgliedern in Fachbereiche Maschinenbau; Ausrüstung; HVAC; Elektrik jeweils Start-Ende	
Level 3	2. Aufgliederung Bsp. Aufgliederung des Fachbereiches Maschinenbau auf die Systeme. Beispielen für verschiedene Systeme sind unter anderem die Antriebsanlage und die Frischwassererzeugeranlage	
Level 4	3. Aufgliederung Bsp. Aufgliederung des Systems auf verschiedene Komponenten der Anlage. Bei der Antriebsanlage zum Beispiel die Komponenten Antriebsmotor, Kraftstoffzubringerpumpen usw.	

Tabelle 1 – Levelplanung: Inhalt und Detailtiefe der verschiedenen Planungs-Level

2.2 Inbetriebnahme

2.2.1 Inbetriebnahme allgemein

Die Inbetriebnahme wird in der DIN EN ISO 12100 unter der Formulierung „in Betrieb nehmen“ definiert als

Das „In Betrieb nehmen“ von Maschinen und Anlagen dient der Überprüfung von Funktionen und Eigenschaften, sowie der Erkennung und Beseitigung von Fehlern und entspricht der Endprüfungsphase einer Maschine oder Anlage.

Die Inbetriebnahme verbindet die Fertigstellung und den hergestellten Betriebszustand nach Abnahme der verfahrenstechnischen Anlage. [Gün01; Kap. 13.3] Während der Inbetriebnahme müssen die in den Prüfspezifikationen geforderten Parameter eingestellt und optimiert werden sowie auftretende Mängel beseitigt werden.

Während der Inbetriebnahme kommt es häufig zu einer hohen Ausfallrate, dies wird in der Abbildung 5 dargestellt.

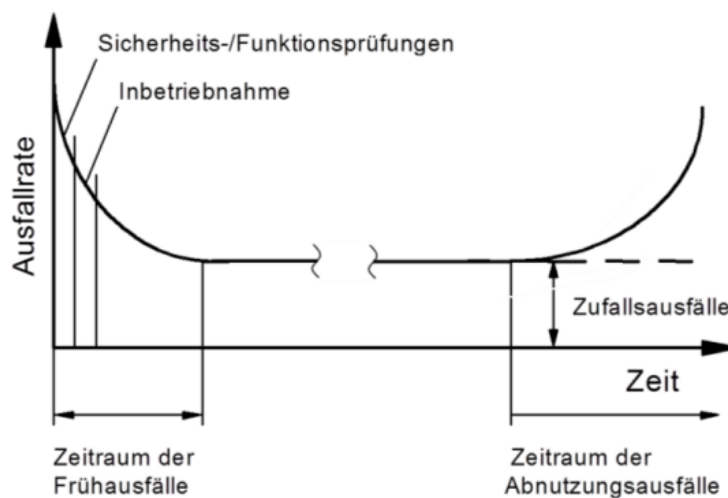


Abbildung 5 - Zeitlicher Verlauf der Ausfallrate von verfahrenstechnischen Anlagen [Web01, S.244]

Diese hohe Ausfallrate während der Inbetriebnahme resultiert aus verschiedenen Faktoren. Störungen an einzelnen Komponenten der Gesamtanlage führen häufig zu Störungen oder Ausfällen in der Gesamtanlage. Vor der Inbetriebnahme der Gesamtanlage werden zunächst die Komponenten und Teilanlagen in Betrieb genommen. Wenn die gesamte Anlage in Betrieb genommen wird, müssen alle Komponenten homogen zueinander und miteinander arbeiten. Dies ist nicht immer sofort der Fall, auch dadurch kommt es zu Störungen oder Ausfällen. Die Störungen verursachenden Fehler müssen durch den Inbetriebnehmer lokalisiert und behoben werden. Handelt es sich um ein Problem, welches aus einer fehlerhaften Konstruktion resultiert, muss dieses durch den Inbetriebnehmer an die Konstruktion herangetragen werden.

Die Inbetriebnahme ist die letzte Projektphase. Meistens ist der für das Projekt geplante zeitliche Puffer bereits in der Fertigungs- und Montagephase aufgebraucht. Auf Grund dieses Faktors steht die Inbetriebnahme unter erhöhtem Zeitdruck. Tauchen Probleme oder Störungen während der Inbetriebnahme auf, müssen diese schnellstmöglich behoben werden. Zudem muss, wenn möglich, während der Behebungsphase an einer anderen Stelle weiter in Betrieb genommen werden, damit der Zeitplan eingehalten werden kann und das Projekt nicht in zeitlichen Verzug gerät. [Web01, Kap. 1.5]

Jeder zeitliche Verzug hat erhöhte Kosten zur Folge. Daher muss die Inbetriebnahme detailliert und sorgfältig geplant sein und alle Abhängigkeiten der Inbetriebnahmephasen verschiedener Anlagen müssen bekannt sein.

Ist die Betriebsbereitschaft hergestellt, der erste Probetrieb abgeschlossen und alle Anlagen laufen nach Vorschrift, wird zunächst die Installations- und Integrationsprüfung (im folgendem I+I Prüfung genannt) und im Anschluss der Funktionsnachweis durchgeführt. Kommt es während der I+I Prüfung oder des Funktionsnachweises zu Auffälligkeiten, werden diese als Restpunkte erhoben und nachgearbeitet. (siehe Abbildung 6, Kapitel 2.2.3)

Das Ziel einer jeden Inbetriebnahme ist es, den Funktionsnachweis abzuschließen und damit die Funktionsfähigkeit, die Betriebssicherheit und die vertraglich vereinbarten Leistungsparameter nachzuweisen. [Web01, Kap. 1.4]

Dieses Ziel gilt es, in möglichst kurzer Zeit und ohne erhöhten Kostenaufwand zu erreichen. [VDIB01, Kap. Die Inbetriebnahme komplexer Produkte in der Einzel- und Kleinserienfertigung]

2.2.2 Kosten Inbetriebnahme im Schiffbau

Die Kosten einer Inbetriebnahme setzen sich aus mehreren Komponenten zusammen. Kosten entstehen durch das nötige Fachpersonal, Energiekosten, Materialkosten, Verzögerungen, Schäden und Anpassungen durch die Konstruktion. [Web01, Kap. 4.2.1]

Für die Inbetriebnahme wird Fachpersonal sowohl der Werft als auch der Montagefirmen der Anlagen benötigt.

Da die Anlagen während der Inbetriebnahme keinen Gewinn oder Nutzen bringen, jedoch Energie zum Betreiben benötigen, ist dieses kostenverursachend. [Web01, Kap. 4.2.1] Ein Beispiel für erhöhten Energieaufwand ist bei der Inbetriebnahme der E-Diesel zu erkennen. Der E-Diesel wird mit Kraftstoff angetrieben und dient der Stromerzeugung. Ein Neubauschiff wird üblicherweise über die Inbetriebnahme der E-Diesel hinaus mit Landstrom versorgt. Der während der Inbetriebnahme erzeugte Strom wird dementsprechend nicht verwendet.

Für einige Prüfungen werden Messgeräte oder zusätzliches Material benötigt, dieses muss zunächst angeschafft werden. Zum Beispiel müssen Luftmengenmessungen an der Lüftungsanlage durchgeführt werden, hierfür werden Messgeräte benötigt. Sind diese aus vorherigen Projekten bereits vorhanden, müssen diese allerdings regelmäßig kalibriert werden, auch das erzeugt weitere Kosten.

Kommt es zu Verzögerungen, kann gegebenenfalls der Abgabetermin nicht eingehalten werden. Kann ein Meilenstein oder die Übergabe des Projekts an den Kunden nicht nach Terminplan erfolgen, kommt es zu Vertragsstrafen und damit zu erhöhtem Kostenaufwand.

Treten während der Inbetriebnahme Schäden an Komponenten der in Betrieb genommenen Anlagen auf, müssen diese ersetzt werden. Bei Eigenverschulden trägt die in Betrieb nehmende Firma die Kosten. Handelt es sich um einen Garantieschaden, so trägt die Komponente liefernde Firma die Kosten. Ein großer Teil der Gesamtschäden während der Dauer eines Schiffbauprojektes entstehen während der Inbetriebnahmephase.

Kommt es während der Inbetriebnahme zu Störungen aufgrund von konstruktiven Fehlern, so zieht dies meist eine Verzögerung nach sich, die Kosten verursachend ist. Zudem müssen bei einer konstruktiven Anpassung die Konstruktionsabteilung, welche das Dokument anpasst und das Personal, welches die Anpassung an Bord des Schiffes durchführt, gezahlt werden.

2.2.3 Phasen einer Inbetriebnahme im Schiffbau

Die Inbetriebnahme besteht aus fünf Phasen. Sie beginnt mit dem Herstellen der Betriebsbereitschaft, darauf folgt der Probetrieb mit dem Einstellen der Anlage und die Installations- und Integrationsprüfung (im folgendem I+I Prüfung genannt). Im nachfolgenden Schritt wird die Optimierung der Anlage durchgeführt. Als letztes folgt der Funktionsnachweis. [Web01, Kap. 1.4.1] Ist die Inbetriebnahme mit dem erfolgreichen Funktionsnachweis abgeschlossen, geht die Anlage in den Nutzungsbetrieb. Die Phasen der Inbetriebnahme sind in Abbildung 6 dargestellt. Die Definitionen des Funktionsnachweises der I+I Prüfung werden Kapitel 2.4.2 erläutert.

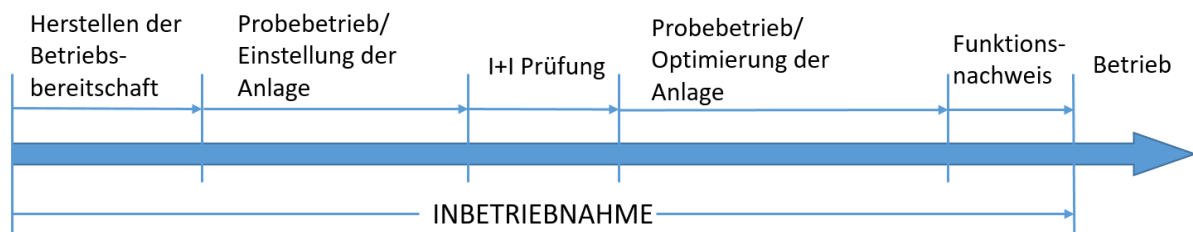


Abbildung 6 - Phasen der Inbetriebnahme

Während der Herstellung der Betriebsbereitschaft werden für den Betrieb nötige Medien bereitgestellt, eine Sicherheits- und Funktionsprüfung durchgeführt und die Anlagen und Leitungen gegebenenfalls gereinigt. [Web01, Kap. 1.4.1]

Im Probetrieb werden zunächst Teilanlagen oder Komponenten betrieben. Im Probetrieb werden sowohl Nennlast als auch durch die I+I oder den Funktionsnachweis abweichende Lastbereiche erprobt. Während des Probetriebs werden die Teilanlagen und Anlagenkomponenten eingestellt und optimiert, sodass die in der I+I und im Funktionsnachweis geforderten Prüfpunkte erfüllt werden. Ist der Probetrieb abgeschlossen, wird die I+I Prüfung durchgeführt. Im Anschluss an die erfolgreich abgeschlossene I+I Prüfung wird die Anlage im Probetrieb gefahren und optimiert. In dieser Phase werden die für den Funktionsnachweis gewünschten Parameter eingestellt und die Anlage dorthin optimiert. Mit der erfolgreichen Abnahme des Funktionsnachweises durch den Kunden ist die Inbetriebnahme der Anlage abgeschlossen. [Web01, Kap. 1.4.1]

So lässt sich die Inbetriebnahme einer Anlage darstellen. Im Schiffbau gibt es die Besonderheit, dass es an Bord eine Vielzahl von Anlagen gibt, die in Betrieb genommen werden müssen. Einige Phasen der Inbetriebnahme einer Anlage können eine Inbetriebnahmephase einer anderen Anlage einschränken oder ausschließen. Bei einigen Phasen verschiedener Inbetriebnahmen ist es jedoch sinnvoll sie zu kombinieren, da ähnliche Prüfschritte gewünscht sind. Einen Ausschluss bilden zum Beispiel der Funktionsnachweis „Krängungsversuch“ und der Probetrieb E-Diesel. Für den Krängungsversuch müssen alle Tanks leer sein, es dürfen also keine Medien an Bord gelagert werden. Für den Probetrieb der E-Diesel werden hingegen Kraftstoff, Frischkühlwasser und Schmieröl benötigt.

Durch den Krängungsversuch wird die Lage des Systemschwerpunktes des Schiffes bestimmt. Die genaue Durchführung des Krängungsversuches ist in diesem Zusammenhang nicht von Bedeutung und wird daher nicht weiter ausgeführt.

Ein weiteres Beispiel für einen Ausschluss zweier Funktionsnachweise sind der Funktionsnachweis Lüftungstechnische Anlage See und der Funktionsnachweis Lüftungstechnische Anlage Hafen. Bei dem Funktionsnachweis Lüftungstechnische Anlage See ist die Voraussetzung zur Durchführung des Funktionsnachweises, dass das Schiff sich während der Abnahme durch den Kunden auf See befindet. Bei dem Funktionsnachweis

Lüftungstechnische Anlage Hafen ist hingegen die Voraussetzung, dass das Schiff sich zur Abnahme durch den Kunden im Hafen befindet.

Diese Ausschlusskriterien müssen in der Planung der Inbetriebnahme berücksichtigt werden. Sollte dies nicht der Fall sein, kommt es zu Verzögerungen oder Störungen, und diese verursachen wiederum erhöhte Kosten (siehe Kapitel 2.2.2).

2.2.4 Mögliche nicht planbare Einflüsse auf die Inbetriebnahme im Schiffbau

Es gibt externe Einflüsse auf die Inbetriebnahme, welche diese beeinträchtigen oder unterbrechen können. Einige Einflüsse sind während der Planung der Inbetriebnahme unbekannt und können nicht eingeplant oder berücksichtigt werden.

Die Schiffbaubranche ist wie jede andere Baubranche stark abhängig vom Wetter. Kommt es zu einem Sturm, starkem Regen oder extremen Temperaturverhältnissen ist nicht jede Inbetriebnahme möglich oder zielführend. [Web01 Kap. 2.3.1]

Ein Beispiel für Wetterabhängigkeiten sind Systeme, die nach der Inbetriebnahme warmgehalten werden müssen. Sind solche Anlagen zum Winter bereits in Betrieb genommen, die Heizsysteme jedoch nicht, kann es zu Problemen kommen.

Ein weiterer nicht planbarer Faktor ist die wirtschaftliche Situation des Kunden. Ist der Kunde des Projektes nicht liquide, so kann es zu Zahlungsverzögerungen kommen. Diese können wiederum zu Liquiditätsproblemen in dem projektausführenden Unternehmen führen.

Ein Schiffbauprojekt vom Beginn der Projektplanung bis zur Abgabe an den Kunden dauert mehrere Jahre. Die Versorgungssicherheit von Rohstoffen, Zulieferteilen und Energie kann meist nicht über diesen großen Zeitraum geplant werden. [Web01 Kap. 2.3.1] Da die Inbetriebnahme eine der letzten Phasen im Projekt bildet, ist diese häufig durch Engpässe geprägt. Aktuelle Beispiele, welche die Versorgung mit Rohstoffen und Energie in den Jahren 2021 und 2022 stark negativ beeinflusst haben, sind die Corona-Pandemie und der Krieg in der Ukraine.

Viele Arbeiten im deutschen Schiffbau werden aufgrund von Kosten von ausländischen Firmen erledigt. Die Personaldecke dieser Firmen hängt auch von der Situation des Weltfriedens und der sozialen Situation in den Herkunftsländern ab. Kann die für eine Arbeit benötigte Personaldecke nicht gefüllt werden, so kommt es zu Verzögerungen. Auf die Personalsituation ausländischer Firmen hatten ebenfalls der bereits erwähnte Ukraine-Krieg als auch die Corona-Pandemie Einfluss. Auf Grund der Kriegssituation durften aus Russland stammende Firmen nicht in Deutschland beschäftigt werden und während der Pandemie kam es wiederholte Male zu Einreiseverboten.

Der Kunde eines Projektes besichtigt den Fortschritt während der Bauphase regelmäßig. Bei diesen Besichtigungen kommt es häufig zu zusätzlichen Kundenwünschen. Bei einem Kundenwunsch wird ein Änderungsantrag gestellt und diese Änderung geplant. Je nach Art der Änderung kann dies erhöhten Zeitaufwand sowohl in der Konstruktion als auch in der Fertigung beanspruchen. Durch mehr benötigte Zeit in Konstruktion und Fertigung wird der geplante Zeitpuffer aufgebraucht oder der Fertigungsterminplan kann nicht gehalten werden und die Inbetriebnahme verschiebt sich auf einen späteren Termin.

Ein Beispiel hierfür sind auf einem Projekt nachgerüstete Türkontaktschalter. Türkontaktschalter dienen dazu, an eine Software ein „Tür geschlossen“- oder „Tür geöffnet“-Signal zu senden. Dieses wird zum Beispiel bei der Überwachung von Feuerschutztüren häufig genutzt. Der Antrag auf weitere Kontaktschalter an bestimmten Türen wurde in einem Baustadium des Projektes gestellt, zu dem bereits alle Decken und Wände geschlossen waren. Die zusätzlichen Türkontaktschalter mussten zunächst inklusive dem Kabelweg in der

Konstruktion geplant werden. Danach mussten zum Verlegen der zusätzlichen Kabel die Decken geöffnet und nach dem Einbringen der Kabel geschlossen werden. Zusätzlich mussten die nachträglich installierten Türkontaktschalter in die Software eingepflegt werden. Dieses bildete in der Fertigung von „Decke öffnen“ bis „Decke schließen“ einen zusätzlichen Zeitaufwand von ca. 80 Stunden, welche nicht geplant waren.

2.2.5 Forderungen an die Planung der Inbetriebnahme im Schiffbau

Die Planung der Inbetriebnahme dient dazu, die Reihenfolge der Inbetriebnahmen verschiedener Anlagen festzulegen und diese zu terminieren. Zudem dient die Planung der Inbetriebnahme dazu, eine gleichmäßig hohe Kapazitätsauslastung beim Personal zu schaffen, eine Verbesserung der Termineinhaltung zu erzielen und eine schnellere Störungsbeseitigung zu ermöglichen. [VDIB01, Kap. Planung und Steuerung der Inbetriebnahme]

Der wichtigste zu beachtende Aspekt bei der Planung einer Inbetriebnahme ist, dass alle Anlagen Komponenten vor Beginn der Inbetriebnahme vollständig montiert sein müssen.

Zudem müssen die in Kapitel 2.2.3 beschriebenen Ausschlüsse und die möglichen Kombinationen verschiedener Inbetriebnahmen berücksichtigt werden. Die Schnittstellen müssen frühzeitig bekannt sein und in ihren Zusammenhängen definiert werden.

„Ein Denkfehler, schon bei der Planung entdeckt, kann mit wesentlich weniger Zeitaufwand und geringerem Terminverzug behoben werden, als wenn er erst in einer späteren Phase erkannt wird.“ [Wer01, S28]

Das Zitat wird durch die Abbildung 3 in der Einleitung verdeutlicht.

Des Weiteren muss berücksichtigt werden, welche Inbetriebnahmen abgeschlossen sein müssen, um weitere störungsfrei folgen zu lassen. Ein Beispiel hierfür ist, dass zur Durchführung der Inbetriebnahme einer von einem Elektromotor betriebenen Klappe bereits der Stromversorger für diese Klappe in Betrieb genommen und an die Qualitätssicherung abgegeben sein muss.

Als letzter Punkt muss berücksichtigt werden, welche Medien für die Inbetriebnahme einer Komponente, Teilanlage oder Gesamtanlage zur Verfügung stehen müssen. [VDIB01, Kap. Planung und Steuerung der Inbetriebnahme] [Web01, Kap. 4.5] Denn das benötigte Medium muss an Bord oder von Land zur Verfügung stehen. Zudem müssen die Leitungen für die Medien fertiggestellt und an die Qualitätssicherung abgegeben sein. Diese Punkte müssen in der Planung beachtet werden und vor der Inbetriebnahme durch den Inbetriebnehmer überprüft werden. Zudem müssen diesem die Prüfspezifikationen bekannt sein, und gegebenenfalls muss dieser zusätzliches Material und Personal für die Inbetriebnahme abrufen. Wird einer der genannten Punkte nicht berücksichtigt, kann dieses zu erheblichen Verzögerungen führen.

Da die Planung der Inbetriebnahme als Soll-Verlauf dient, müssen nicht nur die Fertigungs- und Montageaspekte berücksichtigt werden, sondern die Planung der Inbetriebnahme muss auch vom Zeitaufwand realistisch sein. [Web01, Kap. 4.5] Denn die Planung dient zum einen der Projektleitung als Terminkontrolle und zum anderen werden nach dieser Planung für die Inbetriebnahme notwendige Monteure bestellt. Gerät die Inbetriebnahme in Terminverzug, da die Dauer der einzelnen Inbetriebnahmeaktivitäten unrealistisch geplant worden sind, so muss der Plan erneut angepasst werden. Termine verschieben sich und die Monteure müssen abbestellt und zu dem neu geplanten Termin erneut bestellt werden. Das Ändern von Monteur-

Terminen gestaltet sich in der Regel nicht leicht, da diese häufig an den neuen Terminen bereits an einem anderen Standort Termine vereinbart haben.

Es muss regelmäßig an Bord gegangen und der Ist-Zustand aufgenommen werden. Dies dient dazu, dass wenn Probleme oder Terminverzögerungen auftreten, diese möglichst früh erkannt werden und der Terminplan möglichst frühzeitig angepasst werden kann. Wenn dieses frühzeitig passiert, können gegebenenfalls Aktivitäten ohne Abhängigkeiten zueinander in ihrem terminlichen Ablauf getauscht werden. So entstehen keine Leerlauf-Zeiten für das Personal und das Projekt gerät nicht in Verzug.

Zusammengefasst muss der logische Ablauf der Inbetriebnahme, die Zeit der Aktivitäten, die Termine, Ressourcen und Personal geplant werden. Zudem muss die Soll-Planung ständig überwacht und angepasst werden. Bei jeder Anpassung muss der logische Ablauf erneut berücksichtigt werden.

2.3 Baugruppen

Im Schiffbau wird die Konstruktion eines Schiffbauprojektes in Baugruppen unterteilt.

Dieses dient dazu, die Planung und Fertigung besser durchführen zu können.

Jede Werft hat ihr eigenes Baugruppenverzeichnis, dieses ist nicht genormt. Ein Sonderfall sind Marine-Projekte, hier gilt grundsätzlich das Marine-Baugruppenverzeichnis.

Eine Baugruppe kann sowohl aus mehreren Einzelteilen als auch aus mehreren Baugruppen niedrigerer Ordnung bestehen.

In Abbildung 7 ist ein Auszug eines Baugruppenverzeichnis dargestellt. In diesem Auszug ist die tausender Baugruppe (4500 Sanitäreinrichtungen) die übergeordnete Baugruppe und die Baugruppen 4520,4528, 4530, 4531 usw. sind Baugruppen niedrigerer Ordnung und sind in der Baugruppe 4500 enthalten.

4500	SANITÄREINRICHTUNGEN (VGL. BGR 175X)
4520	FRISCHWASSEREINRICHTUNG
4528	ROHRLEITUNGEN UND ARMATUREN (für Frischwassereinrichtungen)
4530	ABWASSEREINRICHTUNG
4531	ABWASSERAUFBEREITUNGSANLAGE
4534	ABWASSERDESINFEKTION
4550	ABORT- UND URINALEINRICHTUNG
4568	ROHRLEITUNG UND ARMATUREN (für Abfluss- und Speigatteinrichtungen)
4581	KÜCHENABFALLENTSORGUNGSANLAGE

Abbildung 7 - Auszug Baugruppenverzeichnis Projekt K 130 Los 2

Jedes baugruppenzugehörige Dokument enthält in der Dokumentennummer die Baugruppe, dieses gilt sowohl für technische Zeichnungen als auch für Prüfspezifikationen und Bauvorschriften. Jede Komponente einer Anlage besitzt eine Systemnummer, dies dient der genauen Zuordnung beim Einbau. Auch die Systemnummern beinhalten die Baugruppennummer.

2.4 Prüfspezifikationen

2.4.1 Prüfspezifikationen allgemein

Die Prüfspezifikationen sind zugelassene Prüfdokumente. In diesen Dokumenten sind Prüfpunkte und die Durchführung der zu prüfenden Punkte definiert. Beim Bau von deutschen Marineprojekten werden die Prüfspezifikationen durch das BAAINBw zugelassen. Die Durchführung dieser in den Dokumenten festgelegten Prüfungen dienen der Gewährleistung nach der Übergabe des Schiffes an den Kunden.

2.4.2 I+I Prüfungen und Funktionsnachweis

Sowohl die I+I Prüfung, als auch der Funktionsnachweis sind beim Bau von Schiffen der Deutschen Marine in Prüfspezifikationen durch den BAAINBw definiert. Die I+I Prüfung ist die Installations- und Inbetriebnahmeprüfung. Für diese Prüfungen gibt es durch das BAAINBw freigegebene Prüfspezifikationen. Eine I+I Prüfung gibt es für jede Baugruppe. In den I+I Prüfungen werden die Funktionen von Anlagenkomponenten und Teilanlagen geprüft. Es werden die Funktion von maschinentechnischen, elektrotechnischen, mess- und regelungstechnischen Teilen sowie die Prozessleittechnik und Sicherheitsschaltungen überprüft. [Web 01, Kap. 5.4]

Abbildung 8 zeigt einen Auszug der I+I Prüfung einer Lüftungstechnischen Anlage.

lfd. Nr.	Prüfmerkmal	Prüfverfahren
10.13	Inbetriebnahme Umw Lue V 2 Syst.Nr. 4612004A001	----
10.13.1	Elektrische Einspeisung 440 V/60 Hz/3 Phasen von Lüftergruppe IV 4681002A001	<i>Sichtprüfung</i>
10.13.2	Ein- und Ausschalten vor Ort Vor Ort (Lü Grp)/Lokal - EIN - AUS	<i>Funktionsprüfung</i>
10.13.3	Schnellabschaltung - Vor Ort (Lü Gr) - Lokal	<i>Funktionsprüfung</i>
10.13.4	Störungsmeldungen	<i>Funktionsprüfung</i>

Abbildung 8 - Auszug I+I Lüftungstechnische Anlage Projekt K 130 Los 2

Der Funktionsnachweis ist die Abnahmeprüfung durch den öffentlichen Auftraggeber (im Folgendem ÖAG genannt), auch für diesen gibt es eine durch das BAAINBw freigegebene Prüfspezifikation. Im Funktionsnachweis werden die Funktion sowie die Leistungsfähigkeit der Gesamtanlage und deren Teilkomponenten geprüft. Zudem werden im Funktionsnachweis die Sicherheitssteuerungen überprüft. Der Funktionsnachweis beinhaltet immer die gesamte verfahrenstechnische Anlage und wird nach der vollständigen Fertigstellung der Anlage durchgeführt. Vor der Durchführung des Funktionsnachweises muss die I+I Prüfung vollständig abgeschlossen sein. Der Funktionsnachweis ist die letzte Prüfung einer Anlage, bevor diese in den Bordbetrieb übernommen wird.

Ein Funktionsnachweis ist im Anhang zu finden (Anhang 2).

2.5 Schiffsbetriebssysteme

Bei einem Schiffsbetriebssystem handelt es sich um ein System, das zum Betreiben des Schiffes dient.

Ein System ist die Gesamtheit von technischen Anlagen gleicher Funktion. Ein System besteht also aus mehreren Komponenten, welche am Ende zum Erfüllen der selben Funktion beitragen.

Schiffsbetriebssysteme sind diejenigen Systeme, die zum Betrieb eines Schiffes notwendig sind. Baugruppen (siehe Kapitel 2.3) sind meist in Schiffsbetriebssysteme gegliedert. Ein Beispiel für ein Schiffsbetriebssystem ist die Lüftungstechnische Anlage. Dieses System dient dazu Frischluft in das Schiff zu transportieren, diese dort zu verteilen, sie umzuwälzen und die Temperaturen zu regulieren. Dieses System besteht aus mehreren Komponenten, welche zum Erfüllen dieser Funktionen beitragen.

2.5.1 Lüftungstechnik auf Marineschiffen

Auf Schiffen wird Lüftungs- und Klimatechnik verwendet, um ein Wohlbefinden der Besatzung und Passagiere zu erreichen. Die zu erreichenden Luftwerte sind in der Arbeitsstättenrichtlinie ASR A3 vorgeschrieben. Über die Lüftungs- und Klimaanlage einzustellende Werte sind die Raumtemperatur, die Luftfeuchtigkeit und die Luftgeschwindigkeit. [Pfa01, Kap. 5.6.2] Diese Werte müssen alle über Sensoren überwacht werden.

Zudem benötigen an Bord eines Schiffes einige Maschinen und Geräte Lüftungs- und Klimatechnik, um Betriebsfähigkeit zu erlangen. Zum Beispiel müssen Räume mit einer Mehrzahl an Schaltschränken oder Rechnern auf Grund der erhöhten Wärmelast durch die Geräte belüftet und gekühlt werden.

Auf Marineschiffen wird ein Zitadellenbetrieb gefahren. Dies bedeutet, es herrscht ein Überdruck im Schiff. Dieser Überdruck dient dem Schutz vor Schadstoffen von außerhalb des Schiffes. Die Zuluft von außerhalb des Schiffes wird Schutzluft genannt und gelangt über Schutzluftanlagen in das Schiff. Eine Schutzluftanlage besteht aus einem Schutzlüfter und einem Filtermodul. Dieses Filtermodul enthält Sandfilter, Feinstaubfilter und ABC-Filter. Die Zuluft im Schiff besteht immer aus ca. 30% Schutzluft und 70% Umluft.

Der Zitadellendruck ist das erste herzustellende Kriterium, da alle weiteren oben angeführten einzustellenden Werte von dem Druck abhängen. Der Druck wird über das Verstellen von Zu- und Abluftklappen hergestellt.

Während des Zitadellenbetriebs muss sich das Schiff im Verschlusszustand befinden. Dies bedeutet, dass alle Türen und Luken nach außerhalb des Schiffes geschlossen sein müssen. Der Zitadellenbetrieb wird für den Funktionsnachweis „Lüftungstechnische Anlage“ benötigt, daher kann dieser Funktionsnachweis nur bei geringem Arbeitsbetrieb an Bord durchgeführt werden.

2.5.2 Aufbau einer Lüftungstechnischen Anlage am Beispiel K130

Auf dem Schiff K130 gelangt die Frischluft wie in Kapitel 2.5.1 beschrieben als Schutzluft über das Schutzluftmodul und den Schutzlüfter in das Schiff. Diese Luft wird dort in Klimageräten und Luftkühlgeräten mit Umluft vermischt. In den Klimageräten wird die Luft umgewälzt, getrocknet und erwärmt. In den Luftkühlgeräten wird die Luft umgewälzt, getrocknet und gekühlt. Aus den Klimageräten und den Luftkühlgeräten gelangt die Luft in die Lüftungskanäle und wird in die Räume verteilt. Wohnräume besitzen vorm Luftaustritt einen Volumenstromregler und einen Nacherhitzer, so kann die Temperatur im Raum nach Belieben der Nutzer angepasst werden. [Pfa01, Kap. 5.6.2]

2.8 Verrichtungsorientierte Organisation

Die verrichtungsorientierte Organisation wird häufig auch funktionale Organisation genannt. In diesem Organisationsmodell wird das Unternehmen in Funktionsbereiche gegliedert. Diese Funktionsbereiche sind unterhalb der Unternehmensleitung angegliedert. In der verrichtungsorientierten Organisation wird eine hierarchische Organisationsstruktur abgebildet. Jede untergeordnete Stelle ist einer anderen Stelle übergeordnet. Durch diesen Aufbau werden Weisungen ausschließlich von der übergeordneten Instanz erteilt. [Org01]

2.9 SIPOC-Methode

Die SIPOC-Methode dient dazu, die Teilprozesse vom Lieferanten bis zum Kunden festzustellen (siehe Abbildung 10). SIPOC steht für die Begriffe Supplier, Input, Process, Output, Customer. Die Methode ist ein Werkzeug des Changemanagements und wurde ursprünglich als Teil vom Six-Sigma entwickelt. Es dient dazu, einen Überblick über den Prozess zu verschaffen und mögliches Optimierungspotential zu identifizieren. Die Methode kann sowohl für Fertigungsprozesse als auch für Planungsprozesse genutzt werden.

Die SIPOC-Methode bietet allerdings nur einen groben Überblick, da die einzelnen Prozessschritte nicht tiefergehend definiert werden. [Pro01]

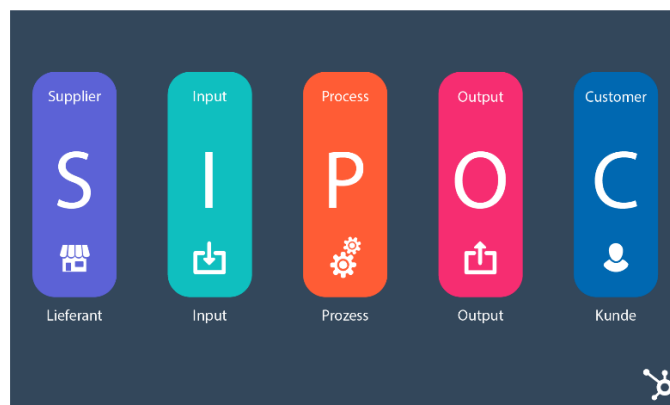


Abbildung 10 - Bildliche Darstellung der SIPOC-Methode [SIP01]

2.10 Design Structure Matrix (DSM) Methode

In der Design Structure Matrix können Zusammenhänge und Abhängigkeiten übersichtlich dargestellt werden.

Die Design Structure Matrix ist eine quadratische Matrix. An der linken Seite der Matrix und der oberen Seite werden System- oder Prozesskomponenten in jeweils derselben Reihenfolge vermerkt. Die entstehende Diagonale, in der identische Komponenten zusammentreffen, wird gestrichen. Die Abhängigkeiten zwischen den Komponenten werden in die Felder eingetragen, in welchen die Komponenten sich gegenüberstehen. In Abbildung 11 ist eine Design Structure Matrix dargestellt. Die Abhängigkeiten können durch Zahlen, Symbole, Farben oder Ähnliches dargestellt werden. [DSM 01]

System Elements	A	B	C	D	E	F	G
A							
B			3		3		
C					2		
D		1			2		
E							1
F	2			3			
G			1			3	

Index:	1 : Strong Dependency
	2 : Medium Dependency
	3 : Low Dependency

Abbildung 11 - Beispiel Design Structure Matrix [DSM02]

2.11 HTML (Hypertext Markup Language) und CSS (Cascading Style Sheets)

Im Verlauf dieser Arbeit werden die Programmiersprachen HTML und CSS verwendet, um die in der Aufgabenstellung genannte systemtechnische Übersicht zu erstellen.

Webseiten bestehen aus einem Quelltext. Diese Quelltexte werden in den Sprachen HTML und CSS geschrieben. Der HTML Quelltext legt den Inhalt und den Aufbau der Seite fest. CSS dient der Gestaltung der Seite. Sowohl HTML als auch CSS werden in Text-Programmen wie zum Beispiel einem Editor geschrieben. [Mül01, Kap. 1.5 & Kap. 2.2] HTML steht für Hypertext Markup Language. Das HT steht für Hypertext, dies bedeutet, dass Hyperlinks erstellt werden können. Das M steht für Markup, dies bedeutet, jeder Inhalt bekommt ein Etikett, in der HTML Sprache einen Tag, welcher eine Information über den Inhalt liefert. Solche Tags werden in spitzen Klammern (<>) dargestellt. Ein Beispiel für solch einen Tag ist das <p>...</p> , es bedeutet, der zwischen den Tags liegende Text ist ein Absatz. Das L steht für Language und bedeutet, dass HTML eine Sprache ist. In einer Sprache gibt es Vokabeln und Grammatikregeln, diese gibt es in HTML auch, dazu gehören unter anderem die Tags und die korrekte Verwendung.

Im HTML werden alle auf der Seite sichtbaren Inhalte wie zum Beispiel Überschriften, Texte und Bilder und nicht sichtbare Inhalte wie zum Beispiel Informationen über den Autor festgelegt.

Im CSS wird das Design festgelegt, dazu gehören zum Beispiel Textgröße, Schriftart und Hintergrundfarben. [Mül01, Kap. 2.2]

3 Analyse des Ist-Standes der Inbetriebnahmeplanung auf der Werft Blohm+Voss

3.1 Aufbauorganisation Blohm+Voss

Die Werft Blohm+Voss ist verrichtungsorientiert organisiert (vgl. Kapitel 2.8). In Abbildung 12 ist das Organigramm der technischen Geschäftsführung dargestellt. Es gibt auch noch eine Struktur der kaufmännischen Geschäftsführung, diese ist für diese Arbeit nicht weiter von Bedeutung. Wie in der Abbildung 12 zu erkennen ist, gibt es unter der technischen Geschäftsführung verschiedene Abteilungen, diese haben jeweils eine Abteilungsleitung. Es gibt die Abteilungen mit den jeweiligen Leitungen Fertigungsingenieure/Inbetriebnahme, Ausrüstung, Maschinenbau und Manufacturing Engineering. Jede dieser Abteilungen hat untergeordnete Abteilungen.

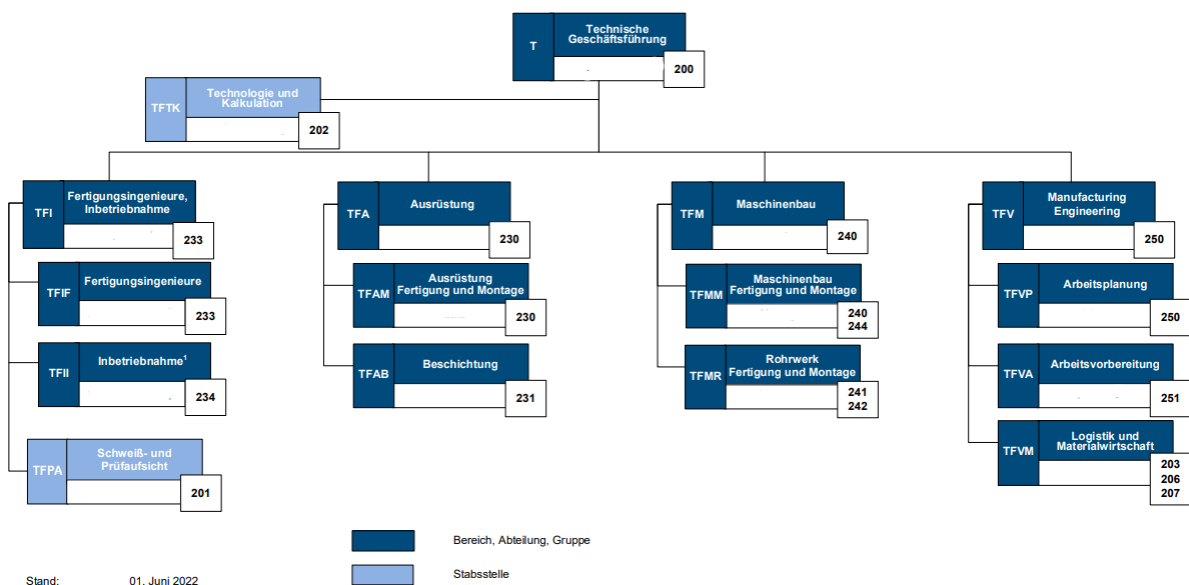


Abbildung 12 - Organigramm technische Geschäftsführung Blohm+Voss

Für den weiteren Verlauf dieser Arbeit sind die Abteilungen Fertigungsingenieure/Inbetriebnahme und Manufacturing Engineering interessant. Diese beiden Abteilungen befinden sich auf einer Hierarchiestufe. Die Abteilung Fertigungsingenieure/ Inbetriebnahme ist dafür zuständig, alle Arbeiten auf der Baustelle des Projektes zu koordinieren. Die Abteilung Manufacturing Engineering ist dafür zuständig, alle Arbeitsschritte im Voraus in ihrer Reihenfolge zu planen und zu terminieren.

Das der Leitung Fertigungsingenieure/Inbetriebnahme unterstehende Inbetriebnahmeteam besteht aus den vier Fachbereichen Ausrüstung, HVAC, Maschinenbau und Elektrik (siehe Abbildung 13). Die Aufgabe des Inbetriebnahmeteams ist es, die Durchführung der Inbetriebnahmen auf der Baustelle des Neubau-Projektes zu planen, durchzuführen und anzuleiten.

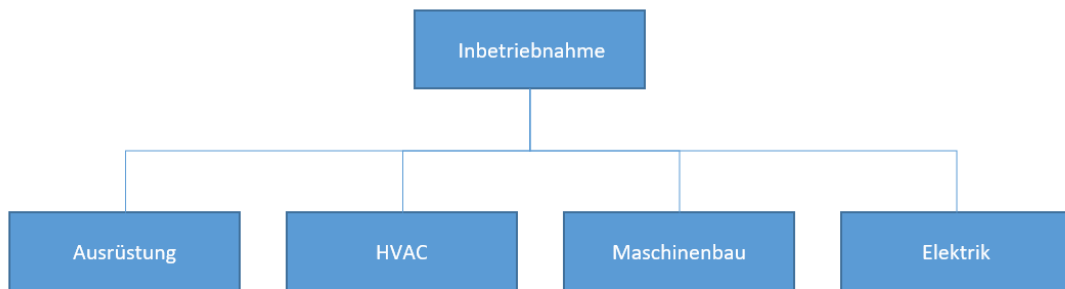


Abbildung 13 - Organigramm Inbetriebnahmeteam

Das der Leitung Manufacturing Engineering unterstehende Team der Arbeitsplanung ist dafür zuständig, die Terminplanung der Fertigung und der Inbetriebnahme durchzuführen (Abbildung 14).

Die Arbeitsreihenfolge des Inbetriebnahmeteams ist also von der Arbeitsplanung-Inbetriebnahme abhängig. Die Ablaufstrukturen der Arbeit von den Abteilungen Inbetriebnahme und Arbeitsplanung und zwischen den Abteilungen werden im Kapitel 3.2 erläutert.

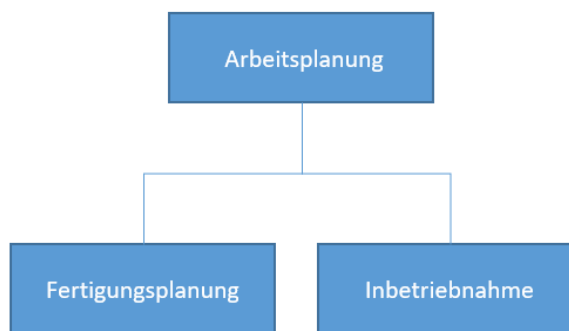


Abbildung 14 - Organigramm Arbeitsplanung

3.2 Ist-Stand der Ablauforganisation der Inbetriebnahmeplanung und Inbetriebnahmevorbereitung und Ableitung von Anforderungen an den Soll-Stand

Der Ist-Stand der Ablauforganisation wurde anhand von Erfahrungen während meiner Zeit als duale Studentin auf der Werft, expliziten Beobachtungen während der Ausarbeitung dieser Arbeit und Gesprächen mit Mitarbeitern verschiedener Abteilungen ausgearbeitet.

Die Werft Blohm+Voss gehört seit Oktober 2021 zu der NVL Gruppe (Naval, Vessels, Lürssen). Auf der Werft wird Marineschiffbau betrieben. Deutsche Marineschiffbauprojekte werden vom Staat ausgeschrieben und mehrere Unternehmen für verschiedene Bereiche oder Aufgaben des Projektes beauftragt. Die beauftragten Unternehmen bilden eine Arbeitsgemeinschaft (im folgendem ARGE genannt). [Iba01]

Die Level 0 bis Level 4 Planung (vgl. Kapitel 2.1.2) wird durch die ARGE durchgeführt, wobei ein Unternehmen meist die Verantwortung für die Gesamtplanung hat. Bei Blohm+Voss wird intern noch eine Level 5 Planung durchgeführt. Auf der Werft wird die Planung mit MS Project durchgeführt. Dieses ist ein von Microsoft entwickeltes und optimiertes Planungstool, in dem Termine, Meilensteine und Ressourcen geplant und visualisiert werden können.

Die Level 0- und Level 1-Planung dienen ausschließlich dazu, den Rahmen des Projektes anhand von Projektstart, Projektende und einigen Meilensteinen abzubilden. Die Meilensteine sind die wichtigsten Schnittstellen zwischen den verschiedenen ARGE Partnern. Zum Beispiel werden das Vorschiff und das Hinterschiff von verschiedenen Unternehmen gefertigt. Nach Fertigstellung von Vor- und Hinterschiff werden diese zu einem dritten ARGE Unternehmen geschleppt und dort vereinigt. Dieser Termin ist eine Schnittstelle zwischen drei Unternehmen und trägt daher eine hohe Bedeutung in der Einhaltung.

Die Level 2- bis Level 4-Planungen dienen verschiedenen Instanzen des Projektes. Die Level 2 Planung stellt weitere Meilensteine dar, welche auf bestimmte Fertigungsabschnitte bezogen sind. Ein Beispiel für so einen Meilenstein ist zum Beispiel die Fertigstellung aller Einrichtungsräume. In den Level 3- und Level-4 Planungen wird die Fertigstellung vollständiger Systeme dargestellt. Wobei erst die Level 4-Planung eine Fertigstellungsvollendung ermöglicht. Die Inbetriebnahme wird ab der Level 4-Planung genauer definiert, es werden allerdings noch keine Abhängigkeiten zwischen den Inbetriebnahmeschritten dargestellt.

Die werftinterne Level 5-Planung der Inbetriebnahme nimmt diese Abhängigkeiten mit auf und ermöglicht zusätzlich eine genauere Planung von Werftpersonal und Monteuren. Dieses ist wichtig, da Monteure im Voraus bestellt werden müssen.

Das Problem bei der Erstellung der Level 5-Planung auf der Werft ist aktuell, dass die Abhängigkeiten zwischen den verschiedenen Inbetriebnahmen und Inbetriebnahmeschritten beim Planungspersonal nicht vollständig bekannt sind. Daher findet ein ständiger, sehr zeitaufwändiger Austausch zwischen Inbetriebnahmeteam und Planung statt. Um diesem Zeitaufwand reduzieren zu können, sollen die Abhängigkeiten zwischen den Inbetriebnahmen und Inbetriebnahmeschritten unter anderem Bestandteil der in dieser Arbeit zu erstellenden Übersicht werden.

Anhand des erstellten Level 5-Terminplans plant das Inbetriebnahmeteam die Durchführungsschritte der Inbetriebnahmen auf der Baustelle. Das Inbetriebnahmeteam besteht aus den Fachbereichen Maschinenbau, Elektrotechnik, Ausrüstung und Klima- und Lüftungstechnik. Die Inbetriebnehmer müssen das für die jeweiligen Inbetriebnahmen benötigte Personal zu den geplanten Terminen bestellen. Benötigtes Personal können sowohl Mitarbeiter der Werft aus verschiedenen Fachbereichen sein als auch Personal von externen Firmen. Wird ein Gerät von einer externen Firma geliefert und montiert, so ist ein Mitarbeiter dieser Firma zu der Inbetriebnahme dieses Gerätes vor Ort.

Nicht nur das Personal muss durch den Inbetriebnehmer organisiert werden, auch die Bereitstellung von Material und Medien muss geplant werden. Um diesen Arbeitsschritt zu erleichtern, sollen die zu der Inbetriebnahme eines Gerätes oder einer Anlage benötigten Medien in der entstehenden Übersicht dieser Arbeit mit enthalten sein. Bei Medien handelt es sich sowohl um flüssige als auch um gasförmige Medien und Strom.

Alle Bauunterlagen und Prüfspezifikationen, die der Inbetriebnehmer benötigt, um den Ablauf der Inbetriebnahme an Bord planen zu können, befinden sich im firmeninternen PS-System. Die Bauunterlagen sind anhand ihrer Baugruppenzugehörigkeit im PS-System zu finden. Der Arbeitsschritt des Herausfilterns der zur Planung des Inbetriebnahmeablaufs benötigten Unterlagen stellt einen erhöhten Zeitaufwand dar. Um diese Zeit einsparen zu können, sollen die für die Inbetriebnahme eines Gerätes benötigten Unterlagen in der in dieser Arbeit zu erarbeitenden Übersicht den Geräten bereits zugeordnet sein. Benötigte Unterlagen sind Informationen zu dem Gerät/ der Maschine und dem Versorgungsnetz, beispielsweise Schemata von verschiedenen Leitungssystemen. Zudem werden die Prüfspezifikationen der I+I Prüfung sowie des Funktionsnachweises benötigt. Die in den Prüfspezifikationen enthaltenen Prüfpunkte werden bereits vor der Abnahme durch den Kunden einmal intern ohne den Prüfer vorgeprüft. Der Zeitaufwand für die Planung der Durchführung der Inbetriebnahme stellt je nach Umfang der Prüfspezifikation einen Zeitaufwand von ca. 5 bis 20 Stunden dar. Durch das systematische Bereitstellen von Informationen werden nach Schätzungen durch einige Mitarbeiter Voraussichtlich 15% bis 25% der Zeit gespart.

Ist die Inbetriebnahme durch den Inbetriebnehmer vollständig geplant und organisiert, kann diese zum geplanten Termin durchgeführt werden. Läuft die Inbetriebnahme ohne Probleme und Störungen ab, kann diese in der Planung fertig gemeldet werden. Kommt es während der Inbetriebnahme zu Problemen oder Störungen, muss der Inbetriebnehmer das Problem suchen und erkennen. Hat das Problem einen fertigungstechnischen oder konstruktiven Grund, muss der Inbetriebnehmer einen BUF schreiben. Der jeweilige Verursacher des Problems muss dieses im Folgendem beheben. Ist das Problem oder die Störung durch einen Fehler an einem von einer externen Firma gelieferten Gerät aufgetreten oder durch dieses verursacht wurden, wird ein Claim gegen die verursachende Firma geschrieben. Der Claim wird von dem Claim-Manager anhand der Informationen aus dem BUF geschrieben.

Bedarf die Behebung des Problems eines Zeitraumes, der die Inbetriebnahme im geplanten Zeitfenster nicht mehr ermöglicht, muss die Inbetriebnahme neu geplant werden und der Level 5-Inbetriebnahmeplan angepasst werden.

Ist die Erstinbetriebnahme erfolgreich abgeschlossen und sind die Prüfpunkte der I+I Prüfung vorgeprüft, kann die I+I Prüfung durchgeführt werden. Ist die I+I Prüfung erfolgreich abgeschlossen, kann der Funktionsnachweis vorgeprüft werden. Ist die Vorprüfung des Funktionsnachweises erfolgreich abgeschlossen, kann dieser durchgeführt werden. Kommt es während der I+I Prüfung oder dem Funktionsnachweis zu Auffälligkeiten, so werden Restpunkte im Prüfprotokoll festgehalten. Diese Restpunkte gilt es zu überarbeiten und dem Prüfer zu einem späteren Zeitpunkt erneut vorzustellen. Erst wenn alle Prüfpunkte und Restpunkte erfolgreich an die jeweilige Prüfinstanz abgegeben wurden, wird das Prüfdokument geschlossen.

In Abbildung 15 ist die in diesem Kapitel beschriebene Ablaufstruktur von der Inbetriebnahmeplanung bis zum Abschluss des Funktionsnachweises anhand eines Flussdiagramms dargestellt.

Die gesamte Ablauforganisation beinhaltet Optimierungspotentiale, die es zu überarbeiten gilt. Im Folgendem eine Zusammenfassung der vier bereits erläuterten Potentiale in der Organisation der Ablaufstruktur:

- Unzureichende fachliche Informationen für das Planungspersonal
- Fehlende schnelle Zugänglichkeit zu Informationen über zur Inbetriebnahme benötigte Materialien und Medien
- Keine Übersicht für zur Inbetriebnahme notwendige Dokumente
- Keine Abhängigkeiten zwischen den Inbetriebnahmen in der Planung dargestellt (Level 5 Terminplan unzureichend genau)

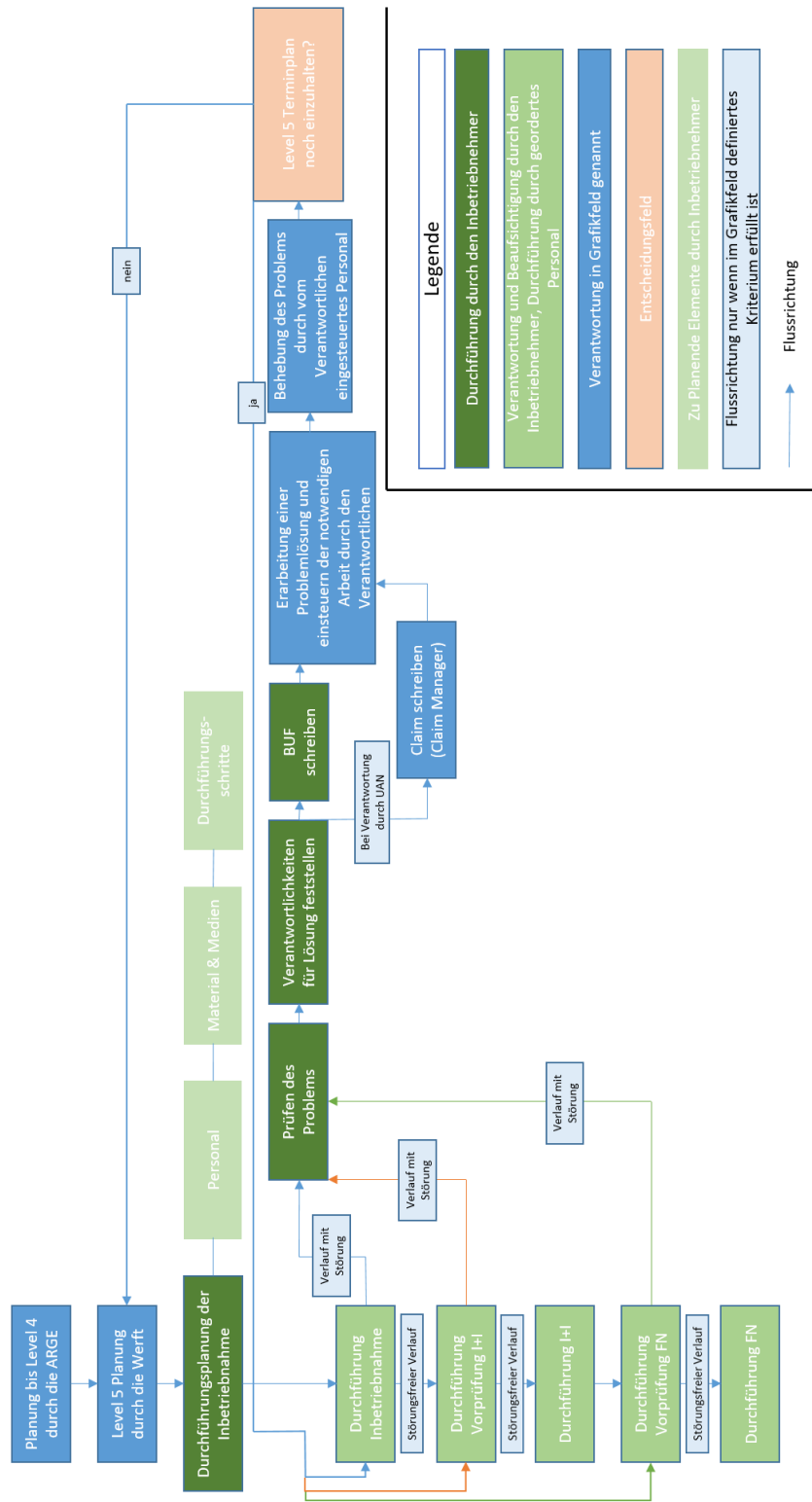


Abbildung 15 - Ablauforganisation Inbetriebnahmeterminplanung und Planung der Inbetriebnahmedurchführung auf der Werft Blohm+Voss

3.3 Umfrage zum Thema Inbetriebnahmeplanung

3.3.1 Ziel und Aufbau der Umfrage

Der Ist-Stand der Ablauforganisation der Inbetriebnahmeplanung und -vorbereitung in Kapitel 3.2 wurde anhand von Beobachtungen und Gesprächen mit Mitarbeitern erarbeitet. Um die im Ist-Stand analysierten Potentiale zu bestätigen, weitere Potentiale identifizieren zu können und Wünsche des Inbetriebnahmepersonals in das Ergebnis dieser Arbeit einarbeiten zu können, habe ich eine Umfrage geplant und durchgeführt. Die Umfrage wurde an das Personal des Inbetriebnahmeteams bei Blohm+Voss gerichtet.

Der Umfragebogen beinhaltet sowohl Multiple-Choice-Fragen als auch offene Fragen.

Die Multiple-Choice-Fragen wurden nach der Analyse des Ist-Zustandes erstellt und sollen dazu dienen, die im Kapitel 3.2 analysierten Potentiale zu bestätigen.

Die Multiple-Choice-Fragen beinhalten die Themen:

- Kommunikation zwischen Planung und Inbetriebnahme
- Zufriedenheit mit der aktuellen Inbetriebnahmeplanung
- Zufriedenheit bei Bereitstellung von Unterlagen und Informationen
- Den Aufwand der Planung der Inbetriebnahmedurchführung
- Zufriedenheit in Bezug auf die Berücksichtigung von Abhängigkeiten zwischen den verschiedenen Inbetriebnahmen in der Inbetriebnahmeplanung

Die offenen Fragen dienen der Identifizierung weiterer Potentiale und der Erkennung möglicher Effizienz steigernder Potentiale.

Die Umfrage wurde von je einem Inbetriebnehmer aus jedem Fachbereich beantwortet. Dadurch bietet das Ergebnis der Umfrage eine Übersicht über den allgemeinen Zustand der Inbetriebnahmeplanung unabhängig vom Fachbereich. Sowohl der Blanks Umfragebogen als auch die ausgefüllten Umfragebögen befinden sich im Anhang.

3.3.2 Ergebnis der Umfrage

Die Ergebnisse der Multiple-Choice-Fragen wurden in Tabellen zusammengefasst und bieten so einen Überblick über das Gesamtergebnis.

Aus den Antworten zu dem Thema Kommunikation zwischen Inbetriebnahmeteam und Planung und Zufriedenheit mit der Terminplanung (Tabelle 2 und Tabelle 3) lässt sich erkennen, dass die Inbetriebnehmer mit dem aus der aktuellen Kommunikation entstehenden Planungs-Resultat nicht zufrieden sind. Mit den aus der Terminplanung hervorgehenden Informationen lassen sich den Umfrage Ergebnissen nach die Inbetriebnahmen nur erschwert oder gar nicht vorbereiten. Es ist die einstimmige Ansicht, dass für eine effektive Level 5-Planung ein höherer Kommunikationsaufwand zwischen Planung und Inbetriebnahme betrieben werden müsste.

Ein großer Teil der Inbetriebnehmer wäre bereit, den erhöhten Aufwand zu betreiben, jedoch fehlt ihnen die Zeit dafür. Die Informationen, welche dem Planer durch die mangelhafte Kommunikation fehlen, sollten diesem aufgrund des Zeitmangels der Inbetriebnehmer anderweitig bereitgestellt werden.

Wie bewertest du die Kommunikation zwischen Planern und Inbetriebnehmern in Bezug auf die Level5 Terminplanung der Inbetriebnahmetätigkeiten?	
Ausreichend für eine effiziente Terminplanung, ich bin zufrieden mit der aus der Kommunikation resultierenden Planung	0
Ich empfinde den Kommunikationsaufwand zu hoch, die Terminplanung könnte auch mit geringerem Kommunikationsaufwand effizient gestaltet werden	0
Für eine effiziente Terminplanung wäre mehr Kommunikation notwendig und ich wäre bereit, den Aufwand dafür zu betreiben	2
Für eine effiziente Terminplanung wäre mehr Kommunikation notwendig, aber mir fehlt die Zeit dafür	4

Tabelle 2 – Umfrage: Kommunikation zwischen Planung und Inbetriebnahme

Wie zufrieden bist du mit der aktuellen Terminplanung der Inbetriebnahme?	
Ich bin zufrieden	0
Es ist gerade so ausreichend, um die Inbetriebnahmen vorzubereiten mit erhöhtem Zeitaufwand. Die Terminplanung muss verbessert werden.	1
Ich bin nicht zufrieden, die Inbetriebnahmen lassen sich mit der aktuellen Planung nicht vorbereiten. Die Terminplanung muss verbessert werden.	3

Tabelle 3 – Umfrage: Zufriedenheit mit Inbetriebnahme Terminplanung

In den Tabellen 4 und 5 sind die Ergebnisse zu dem Thema Aufwand für die Planung der Inbetriebnahmedurchführung durch den Inbetriebnehmer abgebildet. Es lässt sich erkennen, dass bis auf einen Mitarbeiter des Inbetriebnahmeteams keiner mit der Bereitstellung von Unterlagen zur Planung der Inbetriebnahme zufrieden ist. Der Aufwand, die Unterlagen und Informationen für die Planung der Inbetriebnahmedurchführung im IT-System der Firma zu suchen, bedarf einen sehr hohen Zeitaufwand. Durch die mangelhaft organisierte Bereitstellung von Unterlagen und Informationen ist die Planung der Inbetriebnahmedurchführung für den Inbetriebnehmer erschwert und nicht in der Regelarbeitszeit zu bewältigen.

Alle für die Planung der Inbetriebnahmedurchführung notwendigen Informationen sollten dem Inbetriebnahmepersonal in einer organisierten Form zur Verfügung gestellt werden.

Wie zufrieden bist du mit der Bereitstellung von Unterlagen und Informationen zu den einzelnen Inbetriebnahmen?	
Ich bekomme immer alle Unterlagen und Informationen auf Anhieb aus den firmeninternen IT-Systemen gefiltert und weiß, welche Punkte ich für die Inbetriebnahmen vorbereiten muss und auf welche Dinge ich vor und während der Inbetriebnahmen achten muss.	1
Ich tue mich schwer alle nötigen Unterlagen und Informationen für meine Inbetriebnahmen aus den firmeninternen IT-Systemen zu filtern. Nach höherem Zeitaufwand bin ich aber gut vorbereitet und weiß, welche Punkte ich für die Inbetriebnahmen vorbereiten muss und auf welche Dinge ich vor und während der Inbetriebnahmen achten muss.	0
Ich bekomme Unterlagen und Informationen nicht im Vornhinein vollständig aus den firmeninternen IT-Systemen gefiltert, sodass die Vorbereitung der Inbetriebnahme sich schwer gestaltet und einem zu hohen Zeitaufwand bedarf.	3

Tabelle 4 – Umfrage Bereitstellung von Unterlagen für Inbetriebnahme Vorbereitung

Empfindest du den Aufwand, den du in die Planung der Inbetriebnahmedurchführung steckst als angemessen?	
Ja, der Aufwand ist angemessen und ich schaffe alle meine Arbeiten meist in der Regelarbeitszeit.	0
Ich empfinde den Aufwand als zu hoch und schaffe aufgrund dessen nie alle meine Arbeiten in der Regelarbeitszeit.	4

Tabelle 5 – Umfrage: Aufwand der Planung zur Inbetriebnahmedurchführung

Die Abhängigkeiten zwischen den verschiedenen Inbetriebnahmen werden den Ergebnissen der Umfrage nach in der Terminplanung der Inbetriebnahme nicht hinreichend genug berücksichtigt. Dies ist nach Rücksprache mit zwei der befragten Personen eine Folge der zuvor bereits erwähnten unzureichenden Kommunikation zwischen Planungspersonal und Inbetriebnahmeteam. Durch die ungenügende Kommunikation fehlen Informationen für eine Abhängigkeiten berücksichtigende Inbetriebnahmeterminplanung.

Sind deiner Meinung nach alle nötigen Abhängigkeiten zwischen den verschiedenen Inbetriebnahmen in der Terminplanung berücksichtigt, um so einen reibungsfreien Ablauf der Inbetriebnahmen gewährleisten zu können?	
Ja, es sind alle nötigen Abhängigkeiten berücksichtigt, die Terminplanung kann immer wie geplant durchgeführt werden.	0
Gelegentlich kommt es zu Ausschlüssen zwischen verschiedenen Inbetriebnahmen, die nicht berücksichtigt worden sind, und der Terminplan kann auf Grund dessen nicht eingehalten werden.	3
Es werden keine Ausschlüsse zwischen den verschiedenen Inbetriebnahmen berücksichtigt, die Terminplanung kann nie in der Durchführung gehalten werden.	1

Tabelle 6 – Umfrage: Berücksichtigung von Abhängigkeiten in der Inbetriebnahme Terminplanung

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die in Kapitel 3.2 analysierten Potentiale sich durch die Umfrage bestätigt haben.

Im Folgendem sind die Ergebnisse der offenen Fragen aufbereitet und analysiert.

Frage 6: Wo siehst du Verbesserungspotential für eine höhere Effizienz in der Vorbereitung der Inbetriebnahme?

Antwort 1: Verbesserung der Kommunikation mit den UANs, für weniger kurzfristige Änderungen in der Terminplanung.

Analyse: Da viele Geräte von UANs montiert und eingeschaltet werden, ist es wichtig, in einem engen Austausch über den Arbeitsfortschritt mit diesen zu stehen. Denn geraten diese in Zeitverzug, muss der Terminplan der Inbetriebnahme des Systems/der Systeme, für die das Gerät notwendig ist, angepasst werden.

Antwort 2: Bereitstellung ausreichender Arbeitspakete für die an der Inbetriebnahme beteiligten Gewerke.

Analyse: Durch die fehlenden Informationen bzw. den nicht ausreichend zusammengestellten Dokumenten für die Inbetriebnahme, ist der Arbeitsvorbereitung ein Erstellen angepasster Arbeitspakete für die Inbetriebnahme nicht möglich.

Antwort 3: Fertigstellung des Schiffes/Fertigstellungsstand des Schiffes

Analyse: Für die Planung der Inbetriebnahmedurchführung sollte der Baufortschritt des Schiffes bekannt sein. Aktuell muss sich jeder Inbetriebnehmer vor der Inbetriebnahme an Bord vergewissern, dass alle für die Inbetriebnahme notwendigen Systeme vollständig montiert sind. Ein Stand über den Fertigstellungsgrad des Schiffes, welcher aktuell gehalten wird, wäre hilfreich.

Frage 7: Was sind deine Änderungswünsche an die Terminplanung der Inbetriebnahme?

Antwort 1: Sollte in Abhängigkeit mit der Fertigungsterminplanung stehen.

Analyse: Die Planung der Inbetriebnahme und der Fertigung wird von verschiedenen Personen durchgeführt und die Terminpläne sind nicht in MS Projekt miteinander verknüpft. Daraus resultiert, dass die Arbeitsschritte der verschiedenen Terminpläne nicht immer konform miteinander sind. Eine Lösung wäre ein Gesamtdetail-Projekt-Terminplan.

Antwort 2: Feste Ansprechpartner für die Terminplanung.

Analyse: Durch die ARGE ist nicht immer klar, wer der Ansprechpartner für die aktuelle Terminplanung ist. Das Problem der Ansprechpartner findet sich aus Erfahrung in mehreren Bereichen wieder. Eine Lösung hierfür wäre ein weit aufgefüchertes Organigramm, zum Beispiel digital zum Aufklappen, so ist es trotz der Detailtiefe übersichtlich. Dies ist ein Organisationsproblem der ARGE und wird daher in dieser Arbeit nicht weiterverfolgt.

Die Umfrage hat hilfreiche Erkenntnisse geliefert, welche im weiteren Verlauf der Arbeit berücksichtigt werden.

Mein Dank gilt an dieser Stelle allen, die an der Umfrage teilgenommen haben.

3.4 Im Ist-Stand analysierte Optimierungspotentiale und deren Folgen

Die im Ist-Zustand erkannten Optimierungspotentiale (im weiteren nur noch Potentiale genannt) in der Ablaufstruktur haben sich in der Umfrage bestätigt, hinzu kamen durch die offenen Fragen einige weitere Potentiale.

Im Folgenden eine Aufführung der erkannten Potentiale und deren negativen Auswirkungen auf den Fertigstellungsprozess eines Projektes:

- 1. Potential:** Unzureichende fachliche Informationen für das Planungspersonal
Folge: Ohne ausreichende Informationen über die Anforderungen bei der Inbetriebnahme und die Funktion einzelner Systeme können keine Abhängigkeiten zwischen verschiedenen Inbetriebnahmen oder der Fertigung und der Inbetriebnahme geplant werden. Daraus resultiert die zweite Potential.
- 2. Potential:** Keine Abhängigkeiten zwischen den Inbetriebnahmen in der Planung dargestellt (Level 5-Terminplan unzureichend genau)
Folge: Werden in der Terminplanung keine Abhängigkeiten zwischen verschiedenen Inbetriebnahmen berücksichtigt, kann es bei der Abarbeitung der Planung zu Komplikationen kommen. Benötigt eine Inbetriebnahme zum Beispiel Überdruck im Schiff, müssen alle Türen und Luken geschlossen sein. Wird zeitgleich die Inbetriebnahme von einem Rolltor geplant und dieses immer wieder geöffnet und geschlossen, kann die erst genannte Inbetriebnahme nicht durchgeführt werden. Der geplante Termin der Inbetriebnahme kann nicht eingehalten werden, es muss neu geplant werden, dies bedeutet einen erneuten Zeitaufwand für das Planungs-Team und zusätzlich gerät das Projekt in Verzug.
- 3. Potential:** Fehlende schnelle Zugänglichkeit zu Informationen über zur Inbetriebnahme benötigte Materialien und Medien
Folge: Durch die fehlenden Informationen bedarf die Planung der Durchführung der Inbetriebnahme auf der Baustelle durch den Inbetriebnehmer einen erhöhten Zeitaufwand. Dieser erhöhte Zeitaufwand entsteht dadurch, dass der Inbetriebnehmer sich die nötigen Informationen zunächst beschaffen muss.
- 4. Potential:** Keine Übersicht über die zur Inbetriebnahme notwendigen Dokumente
Folge: Durch die fehlende Übersicht für die zur Inbetriebnahme benötigten Dokumente bedarf die Planung der Inbetriebnahmedurchführung durch den Inbetriebnehmer einen erhöhten Zeitaufwand. Dieser erhöhte Zeitaufwand entsteht dadurch, dass der Inbetriebnehmer zunächst die benötigten Dokumente ermitteln und dann aus dem PS-System filtern muss.
- 5. Potential:** Fehlende Kommunikation zwischen Planungspersonal und dem Inbetriebnahmeteam und zwischen Planungspersonal und UANs
Folge: Durch fehlende Kommunikation zwischen dem Planungspersonal und den Inbetriebnehmern und den UANs fehlt der Planung der Sachstand des Bau- und Inbetriebnahmefortschrittes. Es resultiert das Potential unter dem Punkt sechs.
- 6. Potential:** Fehlender aktueller Sachstand über den Baufortschritt
Folge: Für eine effektive und durchführbare Inbetriebnahmeterminplanung muss der Baufortschritt der einzelnen Systeme bekannt sein. Ohne einen Sachstand über den Baufortschritt wird die Inbetriebnahme geplant, ohne zu wissen, ob die dafür benötigten Systeme bereit zur Verfügung stehen. Wird eine Inbetriebnahme zu einem Zeitpunkt geplant, an dem eines oder mehrere der dafür benötigten Systeme nicht fertig gestellt sind, kann die Inbetriebnahme nicht durchgeführt werden. Es kommt zum terminlichen Verzug und ein erneutes Planen der Inbetriebnahme wird notwendig.

7. Potential: Fehlende Verknüpfung zwischen Fertigungsplanung und Inbetriebnahmeplanung

Folge: Zwischen der Fertigung und der Inbetriebnahme gibt es enge Verknüpfungen. Für die Inbetriebnahme eines Systems/eines Geräts müssen alle zum Betrieb notwendigen Systemkomponenten fachgerecht montiert und angeschlossen sein. Die Inbetriebnahme sollte immer erst erfolgen, wenn die Fertigung aller systembeteiligten Komponenten abgeschlossen ist. Da es keine direkte Verknüpfung zwischen der Fertigungs- und der Inbetriebnahmeplanung gibt, kommt es dazu, dass Inbetriebnahmen von Systemen vor der Fertigstellung dieser geplant werden. In solchen Fällen kann die Inbetriebnahme nicht durchgeführt werden, es kommt zum terminlichen Verzug und die Inbetriebnahme muss neu geplant werden.

Kann eine Inbetriebnahme nicht zum geplanten Termin durchgeführt werden, hat dies nicht nur einen terminlichen Verzug und das Neuplanen der Inbetriebnahme zur Folge, auch der Inbetriebnehmer muss die Inbetriebnahme zum neu geplanten Termin erneut vorbereiten und planen. Dies bedeutet für den Inbetriebnehmer doppelten Aufwand.

Noch problematischer ist eine kurzfristige Absage oder ein Abbruch der Inbetriebnahme, wenn externe Monteure oder zusätzliches Material daran beteiligt sind. Denn diese müssen zu dem neuen Termin abermals zur Verfügung stehen.

Zudem kommt es bei jedem Verschieben oder Abbruch einer Inbetriebnahme zu einem Anhäufen von Inbetriebnahmen in einem immer kleiner werdenden Zeitraum. Je mehr Inbetriebnahmen in einem kurzen Zeitraum geplant werden müssen, umso mehr Abhängigkeiten zwischen diesen müssen berücksichtigt werden.

Um einen möglichst reibungsfreie Inbetriebnahmephase gewährleisten zu können, müssen diese Potentiale beseitigt oder ausgeglichen werden. An die Inbetriebnahmephase folgt meist die Ablieferung des Schiffes an den Kunden. Der Ablieferungstermin ist mit einer großen Teilzahlung durch den Kunden verbunden, daher hat das Einhalten des geplanten Terminendes der Inbetriebnahmephase eine hohe Priorität.

In der Ausarbeitung der Übersicht zur effizienteren Detailplanung der Inbetriebnahme von Schiffbetriebssystemen sollen die analysierten Potentiale berücksichtigt werden.

4 Entwicklung der Übersicht

Die Entwicklung der Übersicht zur effizienteren Detailplanung der Inbetriebnahme von Schiffsbetriebssystemen wird anhand der VDI 2221 (Abbildung 16) durchgeführt. Den Start der Entwicklung bildet die Aufgabenstellung, diese wurde bereits vor Beginn dieser Arbeit definiert.

Generelles Vorgehen beim Entwickeln und Konstruieren (nach VDI 2221)

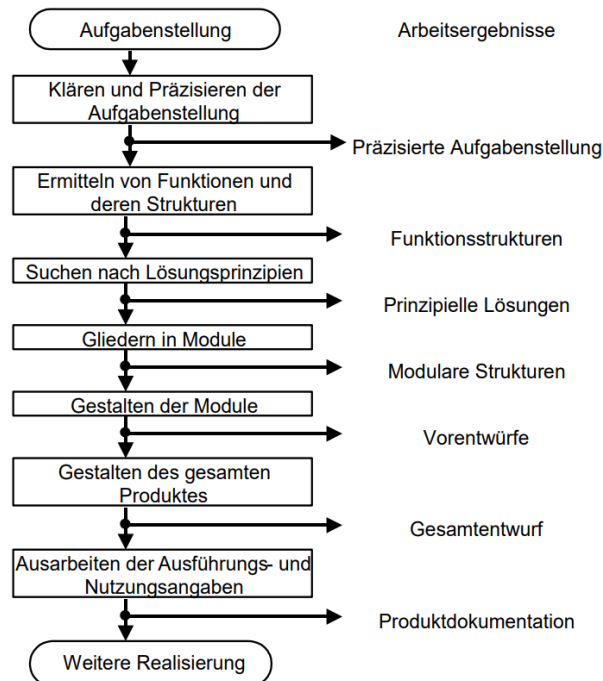


Abbildung 16 - Generelles Vorgehen beim Entwickeln und Konstruieren (nach VDI 2221)

Das vorliegende Baugruppenverzeichnis (Anhang 1) ist in Schiffsbetriebssysteme gegliedert. Da das Baugruppenverzeichnis auf der Werft ein genutzter Standard ist, wird im Folgendem der Begriff Baugruppen anstelle von Schiffsbetriebssystemen verwendet.

4.1 Präzisierte Aufgabenstellung

4.1.1 Ziel der Übersicht

Das Ziel der Übersicht soll es sein, Lösungen für die in Kapitel 3.4 festgestellten Optimierungspotentiale zu enthalten. Es soll den Inbetriebnahmeplaner dabei unterstützen, eine möglichst umsetzbare Terminplanung zu erarbeiten und dem Inbetriebnehmer die Planung der Durchführung der Inbetriebnahme auf der Baustell erleichtern. Aus der Inbetriebnahmeplanung heraus sollen mithilfe der Übersicht möglichst wenige Störungen im Inbetriebnahmeprozess entstehen. Denn Störungen während des Inbetriebnahmeprozesses haben häufig hohe Kosten zur Folge (siehe Kapitel 2.2.2) und der geplante Zeitpuffer wird meist für Störungen durch äußere Einflüsse (siehe Kapitel 2.2.4) oder schon während der Fertigungsphase aufgebraucht.

Die Übersicht soll dem Inbetriebnahme planenden Personal das Festlegen der Inbetriebnahmereihenfolge der Baugruppenkomponenten erleichtern. Zudem soll die Übersicht dem Planer anschaulich machen, welche Mediensysteme zur Inbetriebnahme eines

Gerätes bereits fertiggestellt sein müssen und welche Systeme aus technischen Gründen nicht gleichzeitig In Betrieb genommen werden können.

Muss bei einer Inbetriebnahme zum Beispiel Kraftstoff an Bord sein und bei einer anderen der Kraftstofftank leer sein, so können diese Inbetriebnahmen nicht parallel durchgeführt werden.

Dem Inbetriebnehmer soll die Übersicht die Zusammenstellung aller nötigen Unterlagen zur Inbetriebnahme erleichtern. Zudem soll die Übersicht dem Inbetriebnehmer aufweisen, welche Komponenten er zur Inbetriebnahme eines Gerätes benötigt und welche Medien bei der Durchführung der Inbetriebnahme zur Verfügung stehen müssen. Denn die Verfügbarkeit von Medien zur Inbetriebnahme muss geplant werden, da sich nicht alle Medien in jedem Bauzustand an Bord des Schiffes befinden.

Mit Hilfe der SIPOC-Methode lässt sich abbilden, welches Element die Übersicht in der Prozesskette der Inbetriebnahmeplanung einnehmen wird (Abbildung 17).

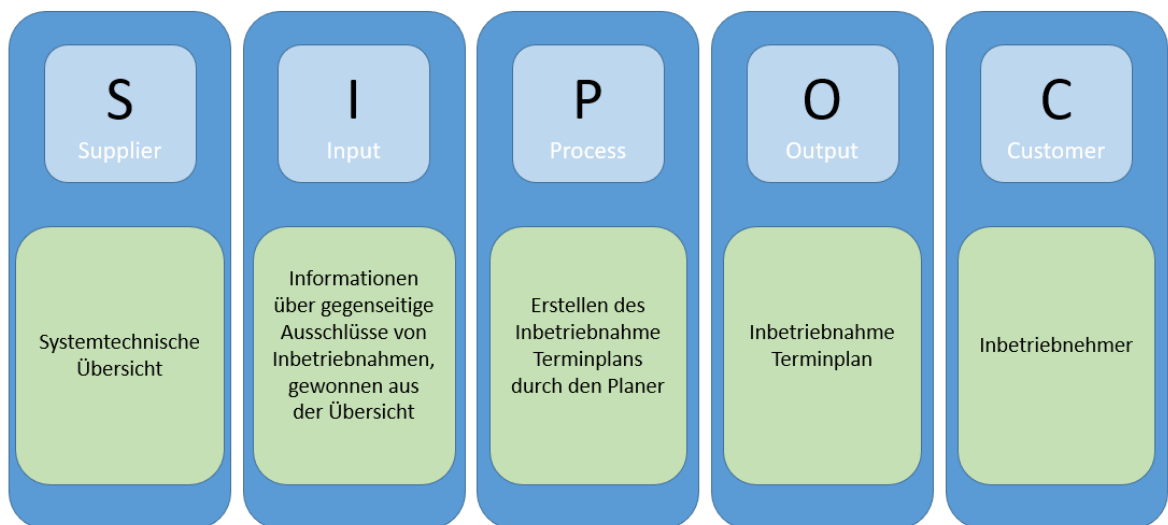


Abbildung 17 - Anwendung der SIPOC-Methode an der Inbetriebnahmeplanung

Die in dieser Arbeit zu erarbeitende systemtechnische Übersicht(Supplier) bietet dem Planer alle Informationen(Input), die er zum Erstellen des Inbetriebnahmeterminplans (Process) benötigt. Hat der Planer die Planung der Inbetriebnahme abgeschlossen, so steht dem Inbetriebnehmer (Customer) der Inbetriebnahmeterminplan (Output) zur Verfügung und dieser kann nach der Terminvorgabe seine Inbetriebnahmen planen.

Anhand dieser Methode lässt sich erkennen, dass der Prozess ohne die Informationen aus der Übersicht nicht lückenlos ablaufen kann. Aktuell wird der Input durch den Austausch mit den Inbetriebnehmern geschaffen, dieses wird aufgrund des hohen Zeitaufwandes allerdings nicht ausreichen durchgeführt (siehe Kapitel 3.4) und der Terminplan der Inbetriebnahme ist nicht einwandfrei durchführbar.

Die Übersicht soll in einem Programm dargestellt werden.

4.1.2 Anforderungsanalyse

Die Anforderungsanalyse besteht aus drei Schritten: der Anforderungsermittlung, der Anforderungsanalyse und der Anforderungsrevision. Dieser Prozess der Anforderungsanalyse ist in Abbildung 18 dargestellt.

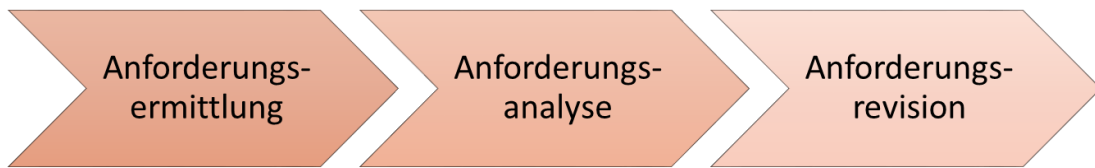


Abbildung 18 - Prozessschritte der Anforderungsanalyse

In der Anforderungsermittlung werden zunächst alle während der in Kapitel 3 durchgeführten Analyse des Ist-Standes der Inbetriebnahmeplanung auf der Werft Blohm+Voss angefallenen Verbesserungspotentiale, gesammelt.

Im Prozessschritt der Anforderungsanalyse werden die gesammelten Anforderungen unter einem Nutzen-/Aufwand-Aspekt bewertet.

Im letzten Prozessschritt, der Anforderungsrevision, wird entschieden welche Anforderungen umgesetzt werden sollen und welche verworfen werden sollen. [Anf01]

4.1.2.1 Anforderungsermittlung

Anhand der Zielsetzung, der Potentiale und einiger Gespräche mit Mitarbeitern ließ sich eine Liste mit Anforderungen an die Übersicht erstellen. Diese Anforderungen sind in der Tabelle 7 dargestellt. In der Tabelle sind zudem die Ziele aufgeführt, welche durch das Erfüllen der Anforderungen erreicht werden sollen.

Anf. Nr.	Anforderung	Ziel der Anforderung	Nutzer der Anforderung
1	Informationen zu Baugruppen und deren Komponenten	Verständnis über Baureihenfolge und Notwendigkeit der Komponenten von Baugruppen/ Systemen	Planer
2	Informationen zu für die Inbetriebnahme notwendige Medien und Material	Zeiteinsparung bei der Planung der Inbetriebnahme Durchführung	Inbetriebnehmer
3	Für Inbetriebnahme/ Abgaben notwendige Dokumente	Zeiteinsparung bei der Planung der Inbetriebnahme Durchführung	Inbetriebnehmer
4	Darstellung von Abhängigkeiten zwischen den Inbetriebnahmen/ Prüfspezifikationen	Berücksichtigung Abhängigkeiten in der Inbetriebnahme Terminplanung	Planer
5	Sachstand über Baufortschritt	Berücksichtigung Baufortschritt bei Inbetriebnahme Terminplanung	Planer
6	leicht verständliche Programmstruktur	Leichte Bedienbarkeit der Übersicht	Planer/ Inbetriebnehmer
7	Übersicht in bestehendes Programm integrieren	Keine weiteren Programme, zu den bereits vorhandenen	Planer/ Inbetriebnehmer

Tabelle 7 – Anforderungsermittlung: Ziel der Anforderung und Nutzer der erfüllten Anforderung

4.1.2.2 Anforderungsanalyse

Im Folgendem werden die in Kapitel 4.1.2.1 ermittelten Anforderungen auf ihren Nutzen und den Aufwand in der Umsetzung analysiert. Das Ergebnis ist in Abbildung 19 dargestellt.

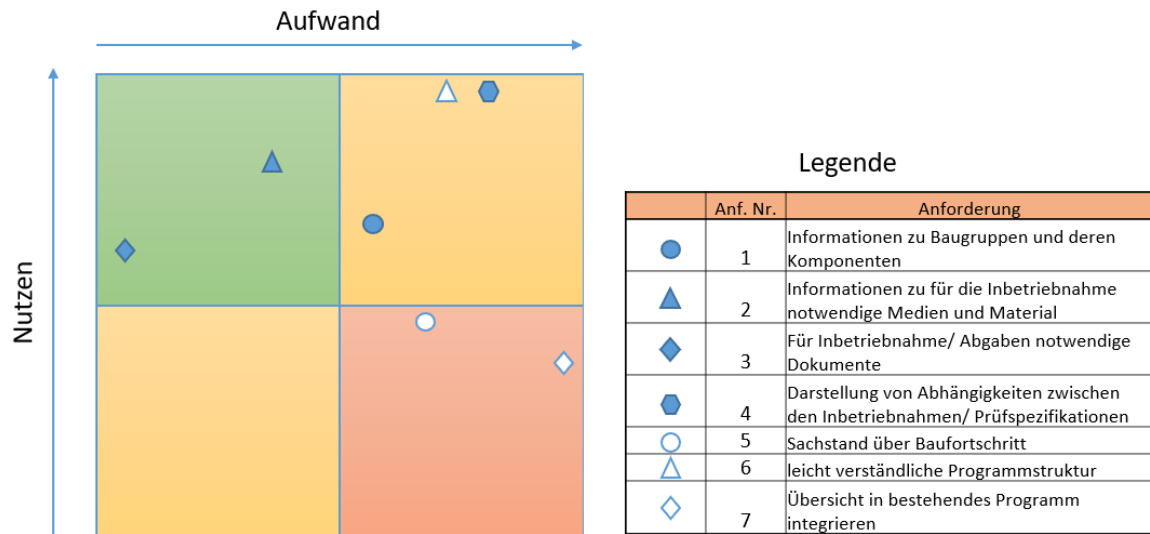


Abbildung 19 - Nutzen-/Aufwandanalyse

Im Folgendem wird das in Abbildung 19 dargestellte Ergebnis der Anforderungsanalyse erläutert.

Die erste Anforderung, Informationen zu den Baugruppen und deren Komponenten hat einen relativ hohen Nutzen. Dieser Nutzen kommt der Terminplanung zugute, da diese dadurch Informationen darüber erhält, welche Komponenten zu der Inbetriebnahme eines Systems abschließend montiert sein müssen. Der Aufwand ist auch relativ hoch, da diese Informationen aus verschiedenen Bauunterlagen beschafft werden müssen.

Die zweite Anforderung, Informationen zu für die Inbetriebnahme notwendige Medien und Materialien weist nach der Umsetzung in eine Übersicht einen hohen Nutzen auf. Dieser hohe Nutzen entsteht dadurch, dass der Inbetriebnehmer viel Zeit bei der Planung der Inbetriebnahmedurchführung spart. Diese Zeitersparnis resultiert daraus, dass er die Informationen nicht mehr aus verschiedenen Dokumenten herausuchen und sich erschließen muss. Der Zeitaufwand für die Planung der Durchführung der Inbetriebnahme stellt je nach Umfang der Prüfspezifikation einen Zeitaufwand von ca. 5 bis 20 Stunden dar. Durch das systematische Bereitstellen von Informationen werden nach Schätzungen durch einige Mitarbeiter Voraussichtlich 15% bis 25% der Zeit gespart. Der Aufwand zur Umsetzung dieser Anforderung ist mäßig, da diese Informationen aus den Prüfspezifikationen zu gewinnen sind.

Der Aufwand der dritten Anforderung, für die Inbetriebnahmen und Abgaben notwendige Dokumente zur Verfügung stellen, ist niedrig. Da Dokumente leicht aus dem PS-System zu filtern sind. Der Nutzen ist relativ hoch, da der Inbetriebnehmer dann alle Dokumente zu einer Prüfspezifikation auf einen Blick hat und sich so die Zeit des aus dem PS-System Filterns spart.

Die vierte Anforderung, die Darstellung von Abhängigkeiten zwischen den Inbetriebnahmen und Prüfspezifikationen, weist einen sehr hohen Nutzen auf. Dieser sehr hohe Nutzen ergibt sich daraus, dass der Planer die Abhängigkeiten in der Terminplanung berücksichtigen kann und es während der Inbetriebnahmen und Abgaben nicht zu gegenseitigen Störungen kommt. Zudem wird der Zeitaufwand für die Startterminplanung der Inbetriebnahme geringer. Zurzeit gibt es wöchentliche ein stündige Meetings mit Planer und Inbetriebnehmer. Diese Meetinks könnten durch das Bereitstellen der genannten Informationen entfallen bzw. in einem größeren

Abstand nach Bedarf durchgeführt werden. Der Aufwand in der Umsetzung, die Abhängigkeiten festzustellen, ist hoch. Dies liegt daran, dass die Forderungen aus den Prüfspezifikationen herausgesucht werden müssen und ggf. müssen Anforderungen abgeleitet werden.

Die fünfte Anforderung, das Erfassen eines Sachstandes über den Baufortschritt in eine Übersicht, hat einen mäßigen Nutzen. Dieser resultiert daraus, dass der Inbetriebnehmer häufig vor Ort auf der Baustelle ist und diesem der Baufortschritt bekannt ist. Zudem ist der Aufwand, diesen zu erstellen, hoch, da alle Komponente der Baugruppen erfasst werden müssen und ein Bewertungssystem für den Baufortschritt geschaffen und hinterlegt werden muss. Zudem muss der Sachstand später auch gepflegt werden.

Die sechste Anforderung, die leicht verständliche Programmstruktur der Übersicht, hat einen hohen Nutzen, da bei Erfüllen dieser Anforderung jeder Mitarbeiter in der Lage ist, dieses Programm effizient zu nutzen. Der Aufwand in der Umsetzung dieser Anforderung ist sehr hoch, da bei einer leicht bedienbaren Programmstruktur die Programmierung gut durchdacht sein muss und aufwändig ist.

Die siebte Anforderung, die Übersicht in einem bereit bestehenden Programm zu integrieren, weist nur einen mäßigen Nutzen auf. Der mäßige Nutzen resultiert daraus, dass es vom Zeitaufwand egal ist, ob eine andere Struktur in einem bestehenden Programm geöffnet wird oder ein neues Programm geöffnet wird. Der Aufwand diese Anforderung umzusetzen, ist sehr hoch, da dies ein sehr großer Prozess in der firmen eigenen IT bedeuten würde.

4.1.2.3 Anforderungsrevision

Aus der Anforderungsanalyse ergibt sich, dass die Anforderungen der Integration der Übersicht in ein auf der Werft bereits bestehendes Programm und das Erfassen des Baufortschritts in die Übersicht ausgeschlossen werden. Alle weiteren Anforderungen sollen in der Übersicht umgesetzt werden.

4.1.2.4 Ideen zur Umsetzung der Anforderungen

In der Tabelle 8 sind die im Kapitel 4.1.2.3 zur Umsetzung gewählten Anforderungen mit den dazugehörigen Umsetzungsmöglichkeiten aufgelistet.

Anf. Nr.	Anforderung	Umsetzungsmöglichkeit
1	Informationen zu Baugruppen und deren Komponenten	Priorisierungssystem aus dem erkennbar wird, welche Auswirkung die Funktion oder nicht Funktion auf das System/ die Baugruppe hat
2	Informationen zu für die Inbetriebnahme notwendige Medien und Material	Informationen sammeln und in Tabellenform darstellen
3	Für Inbetriebnahme/ Abgaben notwendige Dokumente	Informationen sammeln und in Tabellenform darstellen
4	Darstellung von Abhängigkeiten zwischen den Inbetriebnahmen/ Prüfspezifikationen	Informationen sammeln und in Tabellenform darstellen
5	leicht verständliche Programmstruktur	Mehrfenstersystem

Tabelle 8 – Anforderungsanalyse: Umsetzungsmöglichkeiten der Anforderungen

Im Folgendem wird der Inhalt der Tabelle 8 erläutert.

Um Informationen für die Baugruppenkomponenten in der Übersicht zu bieten (Anforderung 1), wird ein Priorisierungssystem erarbeitet, welches darstellt, welche Bedeutung die Komponenten für die Funktion der Baugruppe haben.

Die Informationen über die für die Inbetriebnahme notwendigen Dokumente, Prüfspezifikationen, Medien und Materialien (Anforderungen 2, 3 und 4) werden aus vorliegenden Tabellen und Dokumenten aus dem PS-System gefiltert und aufbereitet.

Damit die Programmstruktur leicht zu verstehen und zu bedienen ist (Anforderung 5), wird es sich bei der Übersicht um ein Mehrfenstersystem handeln. Damit ist gemeint, dass es eine Startseite gibt von der über Links auf weitere Seiten zugegriffen werden kann, welche die gefragten Informationen enthalten. Das Mehrfenstersystem wird in Kapitel 4.5 erläutert.

4.2 Idee Aufbau der Übersicht/ Funktionsstrukturen

In der Übersicht soll es eine Startseite geben, von der aus man verschiedene Fenster öffnen kann, um gezielt an die gewünschten Informationen zu gelangen. Die Abbildung 20 zeigt eine Mindmap, in der alle Informationen, die in der Übersicht vorhanden sein sollen, dargestellt sind. Die Farben der verschiedenen Elemente symbolisieren das Fenster, in dem diese Informationen später zu finden sein sollen. Die Startseite beinhaltet die verschiedenen Baugruppen. Je Baugruppe gibt es die drei Fenster, welche hier in den Farben Orange, Grün und Gelb dargestellt sind. Das graue Element bildet ein Fenster ab, welches unabhängig von der Baugruppe ist.

Die orangefarbenen Elemente in der Abbildung bilden das Fenster der in der Baugruppe enthaltenen Komponenten. Diese Komponenten werden in Haupt- und Nebenkompontenten kategorisiert. Eine Hauptkomponente ist das Endgerät/der Endverbraucher. Die Nebenkompontenten sind diejenigen, welche für das Betreiben der Hauptkomponente notwendig sind. Sowohl die Haupt- als auch die Nebenkompontenten erhalten Informationen über die notwendigen Anschlüsse. Zudem erhalten die Komponenten einer Baugruppe eine Priorisierung. Diese Priorisierung soll Information darüber liefern, wie notwendig die Komponente für den Betrieb der Baugruppe ist.

Das gelbe Element der Abbildung symbolisiert das Fenster, in dem alle Dokumente zu der Baugruppe enthalten sind. Bei den Dokumenten handelt es sich um verschiedene Arten von Dokumenten, zum Beispiel sollen später Bauunterlagen und Prüfzertifikate von Geräten der Baugruppe in diesem Fenster enthalten sein.

Die grünen Elemente versinnbildlichen das Fenster der Übersicht, in dem die zur Baugruppe gehörigen Prüfspezifikationen aufgeführt werden. Da in den Prüfspezifikationen nicht immer alle für die Durchführung notwendigen Materialien und Medien genannt werden, werden diese in Bezug auf die jeweilige Prüfspezifikation in dem Fenster genannt.

In dem Fenster, welches in der Abbildung durch das graue Element dargestellt wird, ist eine Matrix hinterlegt. Die Matrix enthält alle Prüfspezifikationen und die dazugehörigen Voraussetzungen. Daraus lassen sich Ausschlüsse und Kompatibilitäten zwischen den Durchführungen der Prüfspezifikationen erkennen.

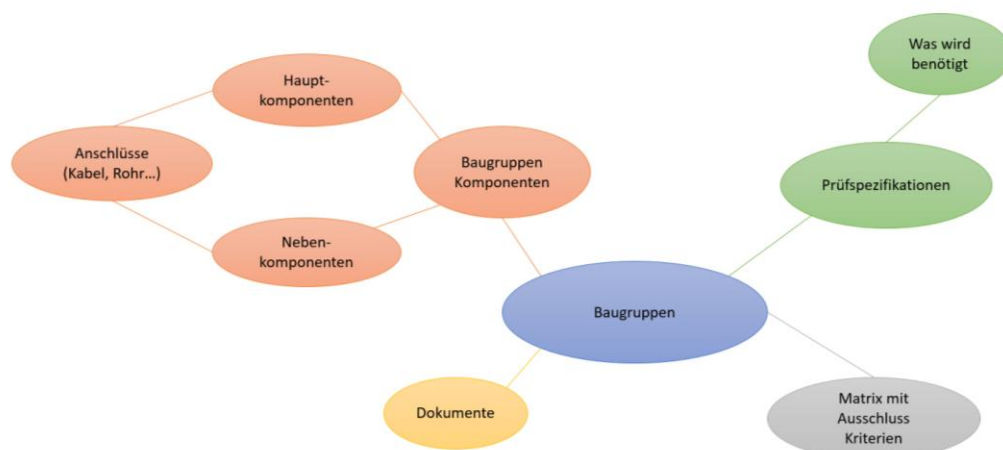


Abbildung 20 - Mind-Map zum ideenhaften Aufbau der Übersicht

4.3 Diskussion prinzipieller Lösungen zur Erstellung des Programm-Prototypen der Übersicht

Das Erstellen der Übersicht war zunächst mithilfe von Microsoft Excel geplant. Der Grund hierfür ist die auf der Werft allgemein vorliegende Vertrautheit mit Microsoft Excel. Auf der Startseite werden allerdings Verlinkungen zu den verschiedenen Modulen hinterlegt sein. Dies lässt sich in Excel schwer umsetzen, da es beim Öffnen absoluter Links in Excel-Dateien immer wieder zu Fehlern kommen kann.

Daher wird eine Browser unterstützte Startseite programmiert, über welche in die einzelnen Fenster der Übersicht zu gelangen ist. Diese Startseite wird in HTML und CSS programmiert, da mir diese Programmiersprache aus der Schulzeit bekannt ist. Die einzelnen Fenster sind Excel-Dateien, welche über eine organisierte Ordnerstruktur von der Startseite aus abgerufen werden können.

Aktuell wird auf der Werft das erste Boot einer Serie von fünf Booten gefertigt, daher wird die Übersicht auch in den nächsten Monaten/Jahren seine Funktion erfüllen. Ist dieses Projekt allerdings fertiggestellt, muss die Übersicht mit den Daten des folgenden Projektes versorgt werden. Damit in diesem Fall nicht in dem Programmiercode eingegriffen werden muss, wird ein Eingabeprogramm erstellt, welches den bestehenden Programmcode der Startseite mit den neuen Informationen versorgt. Dieses Eingabeprogramm läuft über MATLAB. Es werden die nötigen Informationen für die Startseite abgefragt und in den Programmcode dieser eingefügt. Zudem wird anhand der Eingaben die nötige Ordnerstruktur zur Verknüpfung zwischen Startseite und den Fenstern der Übersicht geschaffen.

4.4 Name der Übersicht

Der Programm-Prototyp der Übersicht wird den Namen TUPI tragen. Dies steht für **“TOOL zur Unterstützung von Planung und Inbetriebnahme“**.

4.5 Modulare Strukturen

Die Übersicht wird, wie in Kapitel 4.1.2.4 beschrieben, in eine Startseite, die Baugruppen und weitere Fenster (die Module) aufgebaut. In diesem Kapitel soll die Idee zum Aufbau der Module erläutert werden.

4.5.1 Aufbau der Startseite

Die Startseite enthält Informationen über die Funktionen der Übersicht. Zudem bildet sie die Ausgangseite zum Öffnen der weiteren Module. Es wird die Baugruppentabelle abgebildet, über welche in die verschiedenen Module der Baugruppen zu gelangen ist. Für jede Baugruppe gibt es jeweils das Modul „Baugruppenkomponenten“, „Prüfspezifikationen“ und „Dokumente“. Ausschließlich das Modul Matrix der Abhängigkeiten ist ein Modul, in dem alle Baugruppen gemeinsam abgebildet werden. Die Startseite ist Webbrowser basiert und in HTML und CSS programmiert.

4.5.2 Aufbau Baugruppenkomponenten

Das Modul der Baugruppenkomponenten (siehe Abbildung 21) wird in einer Excel-Datei dargestellt. Für jede Baugruppe gibt es ein eigenes Modul „Baugruppenkomponenten“ und dementsprechend eine eigene Excel-Datei. Es werden die Komponenten der Baugruppe gelistet und in Haupt- und Nebenkomponten gegliedert. Zudem erhalten die Komponenten

in dieser Listung Informationen über Kabel- und Rohranschlüsse. Weiterhin werden die Komponenten priorisiert. Die Priorisierung wird in Kapitel 4.7.2.2 erläutert.

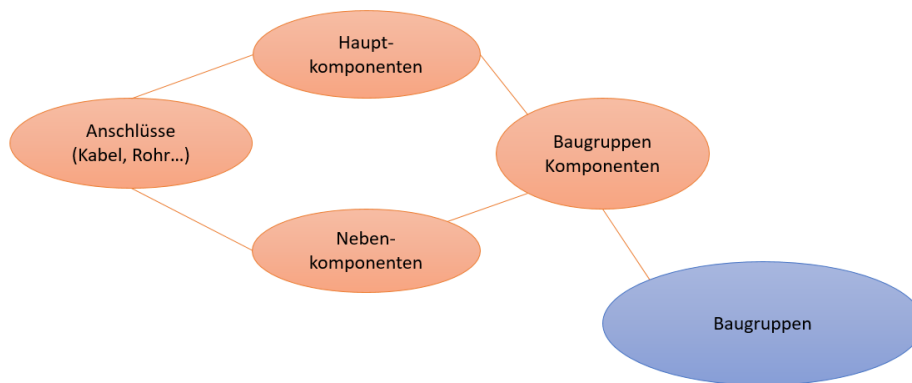


Abbildung 21 - Modul der Baugruppenkomponenten

Handelt es sich bei einer Baugruppe um eine sehr große Baugruppe mit mehreren Unterbaugruppen, werden Unterbaugruppen sinnvoll in Anlagen zusammengefasst, und es gibt zu der Baugruppe mehrere Reiter mit den Anlagen und den jeweiligen Komponentenlisten.

4.5.3 Aufbau Prüfspezifikationen

Das Modul der Prüfspezifikation (siehe Abbildung 22) wird in einer Excel-Datei dargestellt. Für jede Baugruppe gibt es ein eigenes Modul "Prüfspezifikationen" und dementsprechend eine eigene Excel-Datei. Es werden die Dokumentennummern der Prüfspezifikationen der Baugruppe gelistet.

Zudem wird dargestellt, was zur Durchführung der jeweiligen Prüfspezifikationen fertiggestellt sein muss und welche abgeschlossenen Prüfungen vorliegen müssen.

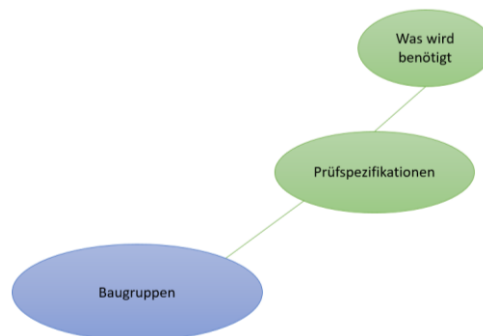


Abbildung 22 - Modul Prüfspezifikation der Baugruppen

4.5.4 Aufbau Dokumente

Das Modul der Dokumente wird in einer Excel-Datei dargestellt. Für jede Baugruppe gibt es ein eigenes Modul „Dokumente“ und dementsprechend eine eigene Excel-Datei. In dem Modul wird eine Listung aller zur Baugruppe gehörigen Dokumente vorgenommen. Diese Listung der Dokumente wird in Kategorien vorgenommen, zum Beispiel Schemata, Einbauzeichnungen usw. Die Kategorien werden in Kapitel 4.7.5.2 näher erläutert.

4.5.5 Aufbau Matrix der Abhängigkeiten

Die Matrix der Abhängigkeiten wird in Excel dargestellt. Dieses Modul gibt es in der Übersicht ausschließlich einmal, da in dem Modul alle Baugruppen abgebildet werden. Die Matrix orientiert sich an der Design Structure Matrix Methode (siehe Kapitel 2.7). Es sind Informationen in der linken Spalte und in der oberen Zeile vorhanden. Und in der Matrix sind die Abhängigkeiten vermerkt. Der Unterschied zu der Design Structure Matrix ist, dass die Informationen in der linken Spalte und der oberen Zeile nicht identisch sind. Dadurch entsteht keine quadratische Matrix.

Am linken Rand der Matrix sind Prüfpunkte der verschiedenen Prüfspezifikationen aufgeführt. An der oberen Seite der Matrix werden verschiedene Voraussetzungen aufgeführt. In dem daraus entstehendem Matrix-Feld werden die Anforderungen zu den einzelnen Prüfpunkten mit drei verschiedenen Kategorien bewertet. Die Kategorien werden in Kapitel 4.7.5.2 definiert.

4.6 Gestaltung der Module

In diesem Kapitel wird die Wahl des Aufbaus und der in den Modulen zu erhaltenen Informationen erläutert. Im Kapitel 4.1.2.4 wurde das Mehrfenstersystem erwähnt. Bei jedem Modul handelt es sich um ein Fenster, auf welches von der Startseite aus zu gelangen ist.

4.6.1 Startseite

Die Startseite ist die Verknüpfung zu allen weiteren Modulen und ist in HTML und CSS programmiert. Der Programmcode ist im Anhang 7 zu finden.



Übersicht der Baugruppen - Projekt 2. Los K130

Info

Diese Übersicht dient zur Informationsdarstellung über die Baugruppen in dem Projekt 2. Los K130

In dem Reiter Komponenten sind alle der Baugruppe zugehörigen Komponenten gelistet.

Den Komponenten sind Informationen über Kabel und Rohranschlüsse beigelegt.

Zudem sind die Komponenten nach Relevanz für das Gesamtsystem priorisiert.

Unter dem Reiter Dokumente sind alle zur Baugruppe gehörigen Dokumentennamen hinterlegt.

Unter dem Reiter Prüfspezifikationen sind die zur der Baugruppe gehörigen Dokumenten Namen der Prüfspezifikationen hinterlegt.

Zudem sind Informationen über Anforderungen während der Durchführung der Prüfpunkte hinterlegt.

Matrix der Abhängigkeiten bei Inbetriebnahme und Abgabe

Baugruppe	Baugruppenname	Komponenten	Prüfspezifikationen	Dokumente
1100	Rumpfsektion schneiden und richten	Komponenten und Priorisierung	Prüfspezifikationen und Anforderungen	Dokumente
1200	Bau metallischer Aufbauten	Komponenten und Priorisierung	Prüfspezifikationen und Anforderungen	Dokumente
1700	Einrichtung für Besatzungsräume	Komponenten und Priorisierung	Prüfspezifikationen und Anforderungen	Dokumente
1800	Einrichtung für Schiffssicherung, Schiffsführung, Betrieberräume und Stauräume	Komponenten und Priorisierung	Prüfspezifikationen und Anforderungen	Dokumente
1900	Materialschutz	Komponenten und Priorisierung	Prüfspezifikationen und Anforderungen	Dokumente
2000	Passrohre	Komponenten und Priorisierung	Prüfspezifikationen und Anforderungen	Dokumente
2100	Dieselmotorenanlage	Komponenten und Priorisierung	Prüfspezifikationen und Anforderungen	Dokumente
2500	Leistungsübertragungsanlage	Komponenten und Priorisierung	Prüfspezifikationen und Anforderungen	Dokumente
2600	Schiffsvorbesanlage	Komponenten und Priorisierung	Prüfspezifikationen und Anforderungen	Dokumente
2700	Anlasslufterrichtung	Komponenten und Priorisierung	Prüfspezifikationen und Anforderungen	Dokumente
2800	Einrichtung für Lagerung und Transport von Betriebsstoffen	Komponenten und Priorisierung	Prüfspezifikationen und Anforderungen	Dokumente
3100	Stromversorgung	Komponenten und Priorisierung	Prüfspezifikationen und Anforderungen	Dokumente
3200	E Aggregatlagen	Komponenten und Priorisierung	Prüfspezifikationen und Anforderungen	Dokumente
3300	Schaltanlagen Schall- und Messgeräte	Komponenten und Priorisierung	Prüfspezifikationen und Anforderungen	Dokumente
3400	Kabelanlage	Komponenten und Priorisierung	Prüfspezifikationen und Anforderungen	Dokumente
3500	Beleuchtungsanlage Positionslaternen und Signallichter	Komponenten und Priorisierung	Prüfspezifikationen und Anforderungen	Dokumente
3600	Nichtintegrierte Automatisierungsanlage	Komponenten und Priorisierung	Prüfspezifikationen und Anforderungen	Dokumente

Abbildung 23 - Startseite der Übersicht

In Abbildung 23 ist das Design und der Aufbau der Startseite dargestellt. Im Kopf der Startseite ist das Firmenlogo der Werft Blohm+Voss zu sehen. Darunter folgt die Überschrift der Startseite. In dem Infokasten ist kurz erklärt, welche Informationen sich hinter den Verlinkungen der Startseite verbergen. Nach dem Infokasten beginnt der funktionale Inhalt der Startseite. Zunächst ist die Verlinkung zu der Matrix der Abhängigkeiten bei Inbetriebnahme und Abgabe in einer Auswahlleiste hinterlegt. Darunter folgt eine Tabelle mit der Übersicht der

Baugruppen. In der ersten Spalte der Tabelle sind die Baugruppennummern und in der zweiten Spalte die dazugehörigen Baugruppenamen aufgelistet. Diese Spalten haben keine Funktionen hinterlegt und dienen ausschließlich dem informativen Zweck. Dann folgen die drei Spalten mit den Überschriften Komponenten, Prüfspezifikationen und Dokumente. Die Felder dieser Spalten beinhalten die Verlinkungen zu den verschiedenen Modulen der Baugruppen.

4.6.2 Baugruppenkomponenten

Das Modul „Baugruppenkomponenten“ ist in Excel erstellt. Ein Beispiel des Moduls „Baugruppenkomponenten“ einer Baugruppe ist in Abbildung 24 und vergrößert im Anhang 4 zu finden.

Baugruppe 4600 - Lüftungstechnische Anlagen inkl. Heizkörper							N.V.L B L O H M + V O S S		
Hauptkomponenten Lüftungstechnische Anlage									
Bg.Nr.	Artikelnummer	Kategorie	Artikelname [DE]	Leckwanne	Rohr	Fundament	Kabelanschluss	Kabelkennung	Raumnummer
4647	7293D030	1	Lufteintrittsmodul LEM mit E-Heizter	nein	Lüfterkanal	Fundament	ja	Schiffskabel	VI B 4
4647	7293D031	1	Lufteintrittsmodul LEM mit E-Heizter	nein	Lüfterkanal	nein	ja	Schiffskabel	XB 5
4647	7293D028	1	Schutzluftmodul SLM 3600	nein	Lüfterkanal	Fundament	ja	Schiffskabel	XB 5
4647	7293D029	1	Schutzluftluefter (Sch Lue X 1)	nein	Lüfterkanal	Fundament	nein	-	XH 1
4647	7293D026	1	Schutzluftmodul SLM 3600	nein	Lüfterkanal	Fundament	ja	Schiffskabel	VI B 4
4647	7293D027	1	Schutzluftluefter (Sch Lue IV 7)	nein	Lüfterkanal	Fundament	nein	-	IV Z 2
4681	7293D482	1	Lueftergruppe IV S	nein	nein	Fundament	ja	Schiffskabel	IV S 0
4681	7293D483	1	Lueftergruppe XH	nein	nein	Fundament	ja	Schiffskabel	IX H 6
4671	7293D214		Klimageraet (KLI VII 1)	nein	Warmwasser Kaltwasser Kondensat Lüfterkanal	Fundament	nein	-	VII H 0
4671	7293D214	1	Klimageraet (KLI VII 1)	nein	Warmwasser Kaltwasser Kondensat Lüfterkanal	Fundament	nein	-	VII H 0

Abbildung 24 - Beispiel Modul Baugruppenkomponenten

Den Kopf eines jeden Moduls „Baugruppenkomponenten“ bildet die Überschrift mit der Baugruppennummer, dem Baugruppennamen und dem Blohm+Voss Firmenlogo.

Darunter folgt eine Tabelle mit den Hauptkomponenten (Definition siehe Kapitel 4.2) der Baugruppe. Die Tabelle besteht aus den Spalten „Baugruppennummer“, „Artikelnummer“, „Kategorie“, „Artikelname“, „Leckwanne“, „Rohr“, „Fundament“, „Kabelanschluss“, „Kabelkennung“ und „Raumnummer“. Jede Zeile steht für eine Komponente der Baugruppe.

In der Spalte „Baugruppennummer“ wird die genaue Baugruppe der Komponente angegeben. In der Spalte „Artikelnummer“ wird die Artikelnummer der Komponenten angegeben. Dies dient dazu, dass der Planer darüber später kontrollieren kann, ob die Komponenten alle bestellt und geliefert sind.

In der Spalte „Kategorie“ wird die Komponente in ihrer Bedeutung für die Funktion der Anlage priorisiert. Die Spalte „Leckwanne“ gibt an, ob die Komponente über eine Leckwanne verfügen muss oder nicht.

In der Spalte mit der Überschrift „Rohr“ wird angegeben, an welchen Rohrsysteme die Komponente angeschlossen ist. Dies dient als Information für die Planung, welche Rohrsysteme zur Inbetriebnahme der Komponente und der Anlage fertiggestellt sein müssen.

Die Spalte „Fundament“ enthält die Information, ob für das Gerät ein Fundament oder ein Halter vorgesehen ist. Die Information über das Fundament dient dem Inbetriebnehmer an Bord bei der Kontrolle, ob die Komponenten nach Zeichnung montiert worden sind.

In der Spalte „Kabelanschluss“ ist angegeben, ob die Komponente mit Strom versorgt wird oder nicht.

In der darauffolgenden Spalte wird die Kabelkennung angegeben, sofern die Komponente einen Kabelschluss besitzt. Diese Information dient dem Planer, welche Kabelanlagen bereits

abgegeben sein müssen und welche Unterstationen für die Inbetriebnahme der Komponente und Anlage bereits zugeschaltet sein müssen.

In der letzten Spalte wird angegeben, in welchem Raum auf dem Schiff sich die Komponente befindet.

Nach der Tabelle der Hauptkomponenten folgt die Tabelle der Nebenkompontenten (Definition siehe Kapitel 4.2). Der Aufbau der Tabelle der Nebenkompontenten ist identisch mit dem der Hauptkomponenten.

Da einige Überbaugruppen sehr groß sind, werden diese bei Bedarf in verschiedene Anlagen unterteilt. Ist dies der Fall, kann an der unteren Kante der Excel-Seite zwischen verschiedenen Reitern gewechselt werden. Diese verschiedenen Reiter sind wie oben beschrieben aufgebaut.

4.6.3 Prüfspezifikationen

Das Modul Prüfspezifikationen ist in Excel erstellt. Ein Beispielausschnitt des Moduls ist in Abbildung 25 und eine vollständige Ansicht des Moduls im Anhang 5 zu finden.

4600-Q-600 - Leistungsnachweis Lüftungstechnische Anlagen		
	Voraussetzungen	Benötigte Hilfsmittel
Zur Abgabe Fertiggestellt		
I+I Prüfung 4600-Q-300 abgeschlossen		
Kaltwasser,Warmwasser, Seewasser, Druckluft betriebsbereit		
Lüftungstechnische Anlage betriebsbereit		
IMCS betriebsbereit - Bestätigung durch QS		
Vorprüfung Luftmengenmessung liegt vor		
Hafenanteil		
Luftmengenmessung des Zitadellenbereichs	Zitadellenbetrieb	Luftmengenmessgeräte
Luftmengenmessung außerhalb der Zitadelle		Luftmengenmessgeräte
Stromaufnahme der E-Verbraucher		Stromzange
Luftströmungsmessungen	Zitadellenbetrieb	Luftmessgeräte
Überdruckmessung der Gesamtzitadelle und einzelner Schiffssicherungsbereiche	Zitadellenbetrieb	Luftmessgeräte
	niedrige Außentemperaturen	Luftmessgeräte
Lufttemperatur- und Luftfeuchtemessung gemäß Belegungsplan	alle Wärmeabgebenden Geräte abgeschaltet	Personen, Anzahl gemäß Belegungsplan
Seeanteil		
CO2-Messungen in Räumen entsprechend Belegungsplan	Zitadellenbetrieb Maschinenbetrieb	CO2-Messgerät Personen, Anzahl gemäß Belegungsplan
Gaskonzentrationsmessungen in Maschinenräumen	Zitadellenbetrieb Dauerbetrieb	Messgerät zum erfassen der Gaskonzentration
	Verschlusszustand	
	Zitadellenbetrieb	
Überdruckmessung Gesamtzitadelle und Schiffssicherungsbereiche	Maschinenbetrieb Kriegsmarschverschlusszustand	IMCS Überdruck Anzeige VorOrt Überdruckanzeige
	Zitadellenbetrieb	
Lufttemperaturmessung gemäß Belegungsplan	hohe Außentemperaturen Maschinenbetrieb	Personen, Anzahl gemäß Belegungsplan

Abbildung 25 - Ausschnitt des Moduls Prüfspezifikationen

Den Kopf eines jeden Moduls Prüfspezifikationen bildet die Überschrift mit der Baugruppennummer, dem Baugruppennamen und dem Blohm+Voss Firmenlogo.

Das Modul „Prüfspezifikationen“ hat eine Startseite und ein oder mehrere Unterseiten. Auf der Startseite werden alle Unterlagennummern mit zugehörigem Titel der Prüfspezifikationen der jeweiligen Baugruppe gelistet. Auf der Startseite gibt es einen oder mehrere Buttons, über welche zu den Unterseiten zu gelangen ist.

Die Anzahl der Unterseiten ist identisch mit der Anzahl der Anlagen in dem Modul „Baugruppenkomponenten“.

Den Kopf einer jeden Unterseite bildet die Überschrift „Prüfspezifikationen“ der jeweiligen Baugruppe und das Blohm+Voss Firmenlogo.

Darunter gibt es eine zu jeder zur Baugruppe gehörenden Prüfspezifikation eine Tabelle. Im oberen Bereich der Tabelle befindet sich Informationen darüber, was zur Abgabe der Prüfspezifikation bereits abgeschlossen sein muss.

Im unteren Bereich der Tabelle werden die Durchführungspunkte der Prüfspezifikation aufgeführt. Zu jedem Durchführungspunkt werden Informationen zu dem maschinellen Betrieb an Bord, Anforderungen an die Umgebung und notwendigem Prüfzubehör bereitgestellt.

Das Modul „Prüfspezifikationen“ soll dem Inbetriebnehmer einen Überblick verschaffen, welche Anforderungen er erfüllen, welche bereits vorangegangene Abgaben er kontrollieren und welches Hilfsmaterial er beschaffen muss.

Das Modul „Prüfspezifikationen“ entlastet den Inbetriebnehmer allerdings nicht von dem Lesen der Prüfspezifikation.

4.6.4 Dokumente

Das Modul „Dokumente“ ist in Excel erstellt.

Den Kopf eines jeden Moduls „Dokumente“ bildet die Überschrift mit der Baugruppennummer, dem Baugruppennamen und dem Blohm+Voss Firmenlogo.

Es werden alle zu der Baugruppe gehörigen Dokumentennummern und Dokumentennamen gelistet. Rechts daneben werden Prüfspezifikationen angegeben, für welche diese Dokumente zugelassen vorliegen müssen.

Ein Beispiel hierfür ist im elektronische Anhang zu finden. Die Nutzung des elektronischen Anhangs wird in Kapitel XX ausführlich beschrieben.

4.6.5 Matrix der Abhängigkeiten

Die Matrix der Abhängigkeiten ist in Excel dargestellt. Ein Ausschnitt der Matrix ist in Abbildung 26 zu sehen.

	Strom	Zitadelle	Schmieröl	Abgas	Frischkühlwasser	Kraftstoff	Warmwasser	Seekühlwasser	Anlass-/ Steuer-/ Arbeitsluft	IMCS	Verschlusszustand	Maschinenbet
4600-Q-300+A5:U46 - Lüftungstechnische Anlagen I+I Prüfung												
Funktion der elektrischen einpeisung an Klappen	A	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Klimageräte; Luftkühlgeräte, Zulufter, Ablüfter, Umwälzfüter	A	B	B	B	A	A	A	B	B	B	B	B
4600-Q-600 - Leistungsnachweis Lüftungstechnische Anlagen - Hafenteil												
Luftmengenmessung des Zitadellenbereichs	A	A	B	B	B	A	A	B	B	A	B	B
Luftmengenmessung außerhalb der Zitadelle	A	A	B	B	B	A	A	B	B	A	B	B
Stromaufnahme der E-Verbraucher	A	A	B	B	B	A	A	B	B	A	B	B
Luftströmungsmessungen	A	A	B	B	B	A	A	B	B	A	B	B
Überdruckmessung der Gesamtzitadelle und einzelner Schiffssicherungsbereiche	A	A	B	B	B	A	A	B	A	A	B	B
Lufttemperatur- und Luftfeuchtemessung gemäß Belegungsplan	A	A	B	B	B	A	A	B	B	A	B	B
4600-Q-600 - Leistungsnachweis Lüftungstechnische Anlagen - Seeanteil												
CO2-Messungen in Räumen entsprechend Belegungsplan	A	A	B	A	B	A	A	B	B	A	A	A
Gaskonzentrationsmessungen in Maschinenräumen	A	A	B	A	B	A	A	B	B	A	A	A
Überdruckmessung Gesamtzitadelle und Schiffssicherungsbereiche	A	A	B	A	B	A	A	B	A	A	A	A
Lufttemperaturmessung gemäß Belegungsplan	A	A	B	A	B	A	A	B	B	A	A	A

Abbildung 26 - Ausschnitt des Moduls Matrix der Abhängigkeiten

Den Kopf des Moduls bildet die Überschrift und das Blohm+Voss Firmenlogo.

In der linken Spalte der Matrix sind Prüfpunkte der verschiedenen Prüfspezifikationen aufgeführt. Es gibt immer eine Überschrift mit dem Namen der Prüfspezifikation, darauf folgen die Prüfpunkte.

In der obersten Zeile der Matrix sind verschiedene Voraussetzungen aufgeführt. Beispiele für die Voraussetzungen sind Strom, Zitadellendruck, Kaltwasser und Maschinenbetrieb.

Zu jedem Prüfpunkt werden die Felder zu den jeweiligen Anforderungen mit verschiedenen Farbmarkierungen als Abhängigkeitskategorie ausgefüllt. Die Abhängigkeitskategorien werden in Kapitel 4.7.5.2 definiert. Durch die verschiedenen Farbkategorien kann der Planer erkennen, welche Inbetriebnahmen und Leistungsnachweise sich gegenseitig ausschließen.

Jede Farbkategorie ist über eine bedingte Formatierung mit einem mit einem Großbuchstaben verbunden, dadurch kann später zum Beispiel besser gefiltert werden.

Die Matrix soll dem Planer eine Übersicht geben, welche Abgaben und Vorprüfungen möglichst nicht im selben Zeitraum geplant werden sollten.

4.6.6 Verknüpfung zwischen den Modulen

Auf der Startseite sind Module über verschiedene Links verknüpft. Wird einer der Links angewählt, wird die jeweilige Excel Datei aus dem Verzeichnis heraus geladen und geöffnet. Das Herausladen aus dem Verzeichnis verhindert das Verändern des Originals der Excel-Dateien.

Die Startseite bleibt auch beim Öffnen eines Excel-Moduls in dem Chrome-Tab geöffnet. Aus diesem Grund gibt es in den in Excel dargestellten Modulen keine Verknüpfung zu der Startseite zurück.

4.7 Methode zum Befüllen der Module mit Informationen

In der Abbildung 27 wird der im Folgendem beschriebene Ablauf des Befüllens der Übersicht mit Informationen dargestellt.

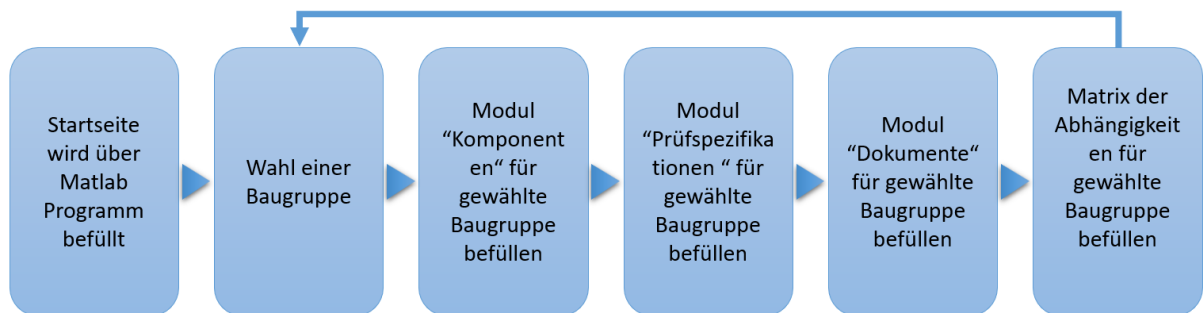


Abbildung 27 - Methodischer Ablauf des Befüllens der Übersicht

Zunächst wird die Startseite über das MATLAB-Programm befüllt (vgl. Kapitel 4.7.1). Darauf wird eine Baugruppe gewählt und die dazugehörigen Module befüllt. Als Erstes wird das Modul „Komponenten“ befüllt. In dem Modul der Komponenten wird zunächst nach Haupt- und Nebenkomponenten sortiert. Darauf folgt das Sammeln von Informationen und Eintragen über Rohranschlüsse und Kabel.

Im nächsten Schritt wird das Modul „Prüfspezifikationen“ befüllt. Darauf folgt das Befüllen der Matrix der Abhängigkeiten für die gewählte Baugruppe. Zuletzt wird das Modul der Dokumente befüllt.

Ist dieser Ablauf für eine Baugruppe abgeschlossen, wird er für den Nächsten durchgeführt, bis alle Module aller Baugruppen befüllt sind.

4.7.1 Befüllen der Startseite

Die Startseite wird mit Hilfe eines MATLAB-Programms befüllt. Der MATLAB-Programmcode ist im Anhang 8 zu finden. Die Programmstruktur wird im Folgendem erläutert und ist in der Abbildung 28 dargestellt.

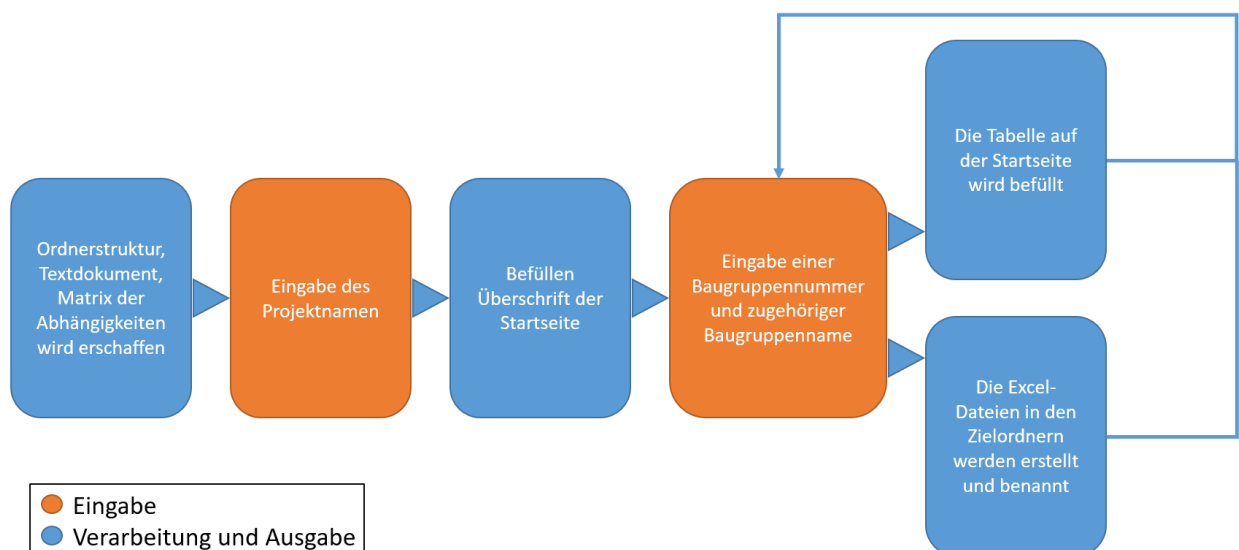


Abbildung 28 - MATLAB-Programmstruktur zum Erstellen der Startseite

In dem Programm ist der HTML-Programmcode hinterlegt. Im elektronischen Anhang befindet sich ein Ordner mit dem Namen "Übersicht", in diesem sind die MATLAB-Datei, das NVL-Logo und zu jedem Modul jeweils eine blanko Datei enthalten. Dieser Ordner kann in jedem beliebigen Verzeichnis gespeichert werden. Zu Beginn wird die notwendige Ordnerstruktur zur Funktion der Verlinkungen von der Startseite geschaffen, das Textdokument für den HTML Code erstellt und die Excel-Datei für die Matrix der Abhängigkeiten erstellt. Die Ordnerstruktur setzt sich, wie in Abbildung 29 zu sehen ist, zusammen. Diese Struktur bildet sich in dem Ordner "Übersicht", aus welchem die MATLAB-Datei gestartet wurde.

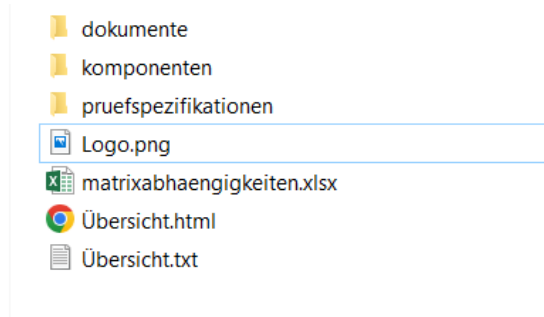


Abbildung 29 - Notwendige Ordnerstruktur zur Funktionserfüllung der Startseitenverlinkungen

Danach wird über eine Eingabe-Abfrage der Projektname für die Überschrift der Startseite abgefragt (Abbildung 33 in Kapitel 4.8.1).

Darauf folgt in dem MATLAB-Code eine Schleife, über die die Baugruppentabelle befüllt wird. Dazu wird das Baugruppenverzeichnis des Projektes benötigt. Es wird in einem Schleifendurchlauf jeweils eine Baugruppennummer mit zugehörigem Baugruppenname eingelesen. Anhand dieser Informationen wird die Baugruppentabelle auf der Startseite befüllt (siehe Anhang 3) und die für die einzelnen Module notwendigen Excel-Dateien in den Ziel-Ordern erstellt. Ein Beispielausschnitt des durch die Schleife erstellten Inhalts des Ordners „Komponenten“ ist in Abbildung 30 dargestellt.

	komponenten3600.xlsx	17.01.2023 12:16	Microsoft Excel-Ar...	7 KB
	komponenten3700.xlsx	17.01.2023 12:16	Microsoft Excel-Ar...	7 KB
	komponenten3800.xlsx	17.01.2023 12:16	Microsoft Excel-Ar...	7 KB
	komponenten4100.xlsx	17.01.2023 12:17	Microsoft Excel-Ar...	7 KB
	komponenten4200.xlsx	17.01.2023 12:17	Microsoft Excel-Ar...	7 KB
	komponenten4300.xlsx	17.01.2023 12:17	Microsoft Excel-Ar...	7 KB
	komponenten4400.xlsx	17.01.2023 12:17	Microsoft Excel-Ar...	7 KB
	komponenten4500.xlsx	17.01.2023 12:17	Microsoft Excel-Ar...	7 KB
	komponenten4600.xlsx	23.01.2023 09:03	Microsoft Excel-Ar...	89 KB
	komponenten4700.xlsx	17.01.2023 12:18	Microsoft Excel-Ar...	7 KB
	komponenten4800.xlsx	17.01.2023 12:18	Microsoft Excel-Ar...	7 KB

Abbildung 30 - Ausschnitt Inhalt Ordner "Komponenten"

Sind alle Baugruppen eingelesen, muss die erstellte Text Datei als HTML-Datei gespeichert werden. Dies geschieht dadurch, dass die Text-Datei durch den MATLAB-Code kopiert und als HTML-Datei gespeichert wird, der MATLAB-Programmtext für diesen Vorgang ist in Abbildung 34 in Kapitel 4.8.1 dargestellt. Der MATLAB Code ist vollständig im Anhang 8 zu finden.

4.7.2 Baugruppenkomponenten

4.7.2.1 Befüllen des Moduls „Baugruppenkomponenten“

Der Ablauf des Befüllens des Moduls „Baugruppenkomponenten“ wird in Abbildung 31 in Form eines Flussdiagrammes dargestellt. Abbildungen zum Befüllen des Moduls sind in Kapitel 4.8.2 enthalten.

Zum Befüllen des Moduls „Baugruppenkomponenten“ wird die Gerätedatenbank des Projekts benötigt. Die Gerätedatenbank wird über den Report der Stücklisten des Projekts aus dem PS-System gezogen. Überflüssige Spalten, wie zum Beispiel die Projektnummer, werden gelöscht. Es bleiben bestehen die Spalten mit den Überschriften „Baugruppennummer“, „Positionsnummer“, „Artikelnummer“, „Artikelname“, „Bemerkung“, „Leckwanne“, „Fundament“, „Kabelanschluss“, „Kabelkennung“ und „Raumnummer“. Es wird eine Baugruppe gewählt und in der Gerätedatenbank in der Spalte „Baugruppennummer“ nach der gewählten Baugruppe gefiltert. Da in der Gerätedatenbank die Unterbaugruppen angegeben sind, muss zum Beispiel bei der Baugruppe 4600 von 4600 bis 4700 gefiltert werden.

Im ersten Schritt müssen von allen mehrfach aufgeführten Komponenten so viele gelöscht werden, dass die Komponente einmal erhalten bleibt. Das Mehrfach-Enthalten-Sein derselben Komponente in der Gerätedatenbank ist ein Programmfehler aus der Report Funktion des PS-Systems. Mehrfach aufgeführte Komponente stehen immer direkt untereinander und haben identischen Artikelnamen, Artikelnummer und Positionsnummer.

Im nächsten Schritt werden die Komponenten in die aus dem MATLAB-Programm entstandene Excel-Datei kopiert. Diese Excel-Datei befindet sich in dem Ordner Komponenten. Dort sind die Excel-Dateien mit den Baugruppennummern betitelt. In der Excel-Datei mit der zugehörigen Baugruppennummer werden die Komponenten nach Haupt- und Nebenkomponten sortiert. Das Sortieren in Haupt- und Nebenkomponten erfolgt mit Hilfe von Schemata, diese liegen bei uns in der Abteilung alle gedruckt vor. Bei Schemata handelt es sich um Bauunterlagen, welche die Rohrsysteme abbilden. Sollte dies zu einem späteren Zeitpunkt einmal nicht der Fall sein, sind alle Schemata-Spalten mit im PS-System zu finden. Die Spalte mit den Positionsnummern wird geleert, diese dient im Folgendem für die Priorisierung der Komponenten.

Als nächstes wird die Priorisierung durchgeführt. Der Aufbau und die Bedeutung der Priorisierung werden im Kapitel 4.7.2.2 ausführlich beschrieben. Ist die Priorisierung durchgeführt, wird im nächsten Schritt die Spalte „Rohr“ ausgefüllt. Die Informationen hierfür werden aus Schemata gewonnen. Die Informationen über Kabel und Kabelanschluss kommen bereits aus der Gerätedatenbank und werden mit übernommen.

Handelt es sich um eine sehr große Baugruppe, kann diese ggf. in verschiedene Anlagen unterteilt werden. Für eine geeignete Aufteilung in mehrere Anlagen können Unterbaugruppen aus dem Baugruppenverzeichnis verwendet werden. Eine Aufteilung in Unterbaugruppen sollte spätestens bei 800 Komponenten in Hauptbaugruppen unternommen werden, da das Modul sonst unübersichtlich wird. Sollte eine Baugruppe in mehrere Unterbaugruppen geteilt werden, müssen diese definiert werden und für jede Unterbaugruppe ein Reiter in der Excel-Datei der Baugruppe erstellt werden. Zudem müssen alle Prozessschritte ab dem Kopieren der Komponenten in die vorgesehenen Excel-Datei für jede Unterbaugruppe wiederholt werden.

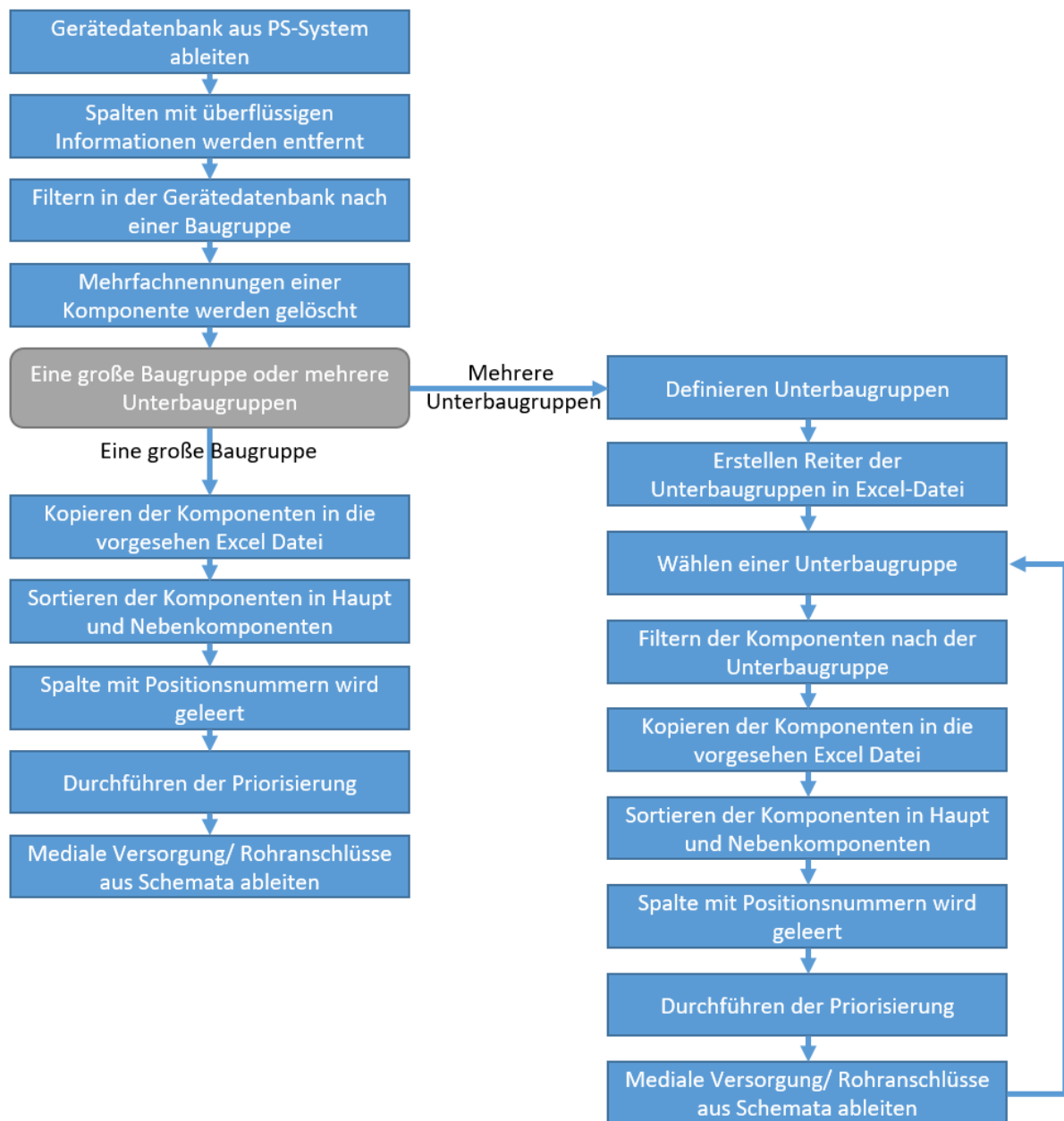


Abbildung 31 - Ablaufdiagramm: Befüllen des Modul "Baugruppenkomponenten"

4.7.2.2 Priorisierung

Die Priorisierung soll einen Überblick schaffen, welche Komponenten für die Funktion einer Baugruppe dringend notwendig sind und welche für die Funktion keine Rolle spielen und ggf. auch noch zwischen Inbetriebnahme und Abgabe an den Kunden angebracht werden können. Dabei muss sowohl die Aufgabe des Bauteils als auch die Montagereihenfolge beachtet werden. Aus einer Kombination dieser zwei Faktoren ließen sich die folgenden fünf Kategorien ableiten.

Kategorie 1 bildet die Hauptkomponenten ab. Diese sind die Funktion ausführenden Komponenten der Baugruppe und zur Funktionserfüllung zwangsläufig notwendig.

Die Kategorie 2 sind Nebenkomponten, die für die Funktionserfüllung der Hauptkomponente zwangsläufig erforderlich sind. Dies sind zum Beispiel Komponenten, welche die Hauptkomponenten mit Betriebsstoffen versorgen.

Kategorie 3 sind Nebenkomponenten, die für die Funktionserfüllung der Hauptkomponente nicht zwangsläufig erforderlich sind. Die Montage wird zu einem Zeitpunkt nach Fertigstellung des funktionsfähigen Systems jedoch sehr aufwändig und ggf. wird eine Remontage von Komponenten der funktionsfähigen Baugruppe erfordert.

Die Kategorie 4 sind Nebenkomponenten, die für die Funktionserfüllung der Hauptkomponente nicht zwangsläufig erforderlich sind und auch ohne Schwierigkeiten zu einem späteren Zeitpunkt montiert werden können.

Die Kategorie 5 sind Ein- oder Anbaukomponenten von Geräten, welche bei Lieferung bereits korrekt am Gerät montiert sind.

Ein Beispiel der Priorisierung einer Baugruppe wird in Kapitel 4.8.3 durchgeführt. Dort ist sowohl eine Erläuterung der Kategorie an Beispielen, als auch Abbildungen eines befüllten Moduls vorhanden.

4.7.3 Prüfspezifikationen

Der im Folgenden erläuterte Prozess des Befüllens des Moduls „Prüfspezifikationen“, wird in Abbildung 32 anhand eines Flussdiagrammes veranschaulicht. Zudem sind in Kapitel 4.8.3 Abbildungen eines befüllten Moduls Prüfspezifikationen enthalten.

Um das Modul Prüfspezifikationen befüllen zu können, wird das firmeninterne PS-System benötigt. Aus dem PS-System werden zunächst alle Prüfspezifikationen der gewählten Baugruppe gefiltert und heruntergeladen.

Zunächst werden die Unterlagennummern mit dem dazugehörigen Titel auf die Startseite übernommen. Sollte die Baugruppe im Modul „Baugruppenkomponenten“ in mehrere Unterbaugruppen geteilt worden sein, werden die Prüfspezifikationen auf der Startseite auch in die Unterbaugruppen eingeordnet und die Reiter mit den Informationen zu den Prüfspezifikationen auch in diese Unterbaugruppen geteilt.

Im nächsten Schritt wird der/die Reiter der Informationen zu den Prüfspezifikation befüllt. Jede Prüfspezifikation wird einzeln durchgegangen. Es wird als Unterüberschrift die Dokumentennummer und der Dokumentenname eingetragen. Zunächst werden aus der Prüfspezifikation alle Anforderungen an zur Abnahme bereits fertiggestellte und abgegebene Komponenten, Anlagen, Systeme und Dokumente herausgesucht und gelistet. Hierbei handelt es sich zum Beispiel um Komponenten mit Kabelanschluss. Wird die Abnahme der Funktion der Anlage durchgeführt, müssen die Kabelanschlüsse bereits durch die Qualitätssicherung abgenommen sein und das Prüfdokument vorliegen.

Darauffolgend werden alle Funktionsprüfungen aus der Prüfspezifikation herausgesucht. Wobei nur Durchführungen gelistet werden, bei denen es besonderer Anforderungen bedarf oder Hilfsmaterial benötigt werden. Diese Durchführungen werden gelistet und in den zwei darauffolgenden Spalten werden Voraussetzungen an den maschinellen Betrieb an Bord und die Umgebung und benötigte Hilfsmaterialien gelistet. Diese Informationen lassen sich beim Lesen der Prüfspezifikation herausfiltern.

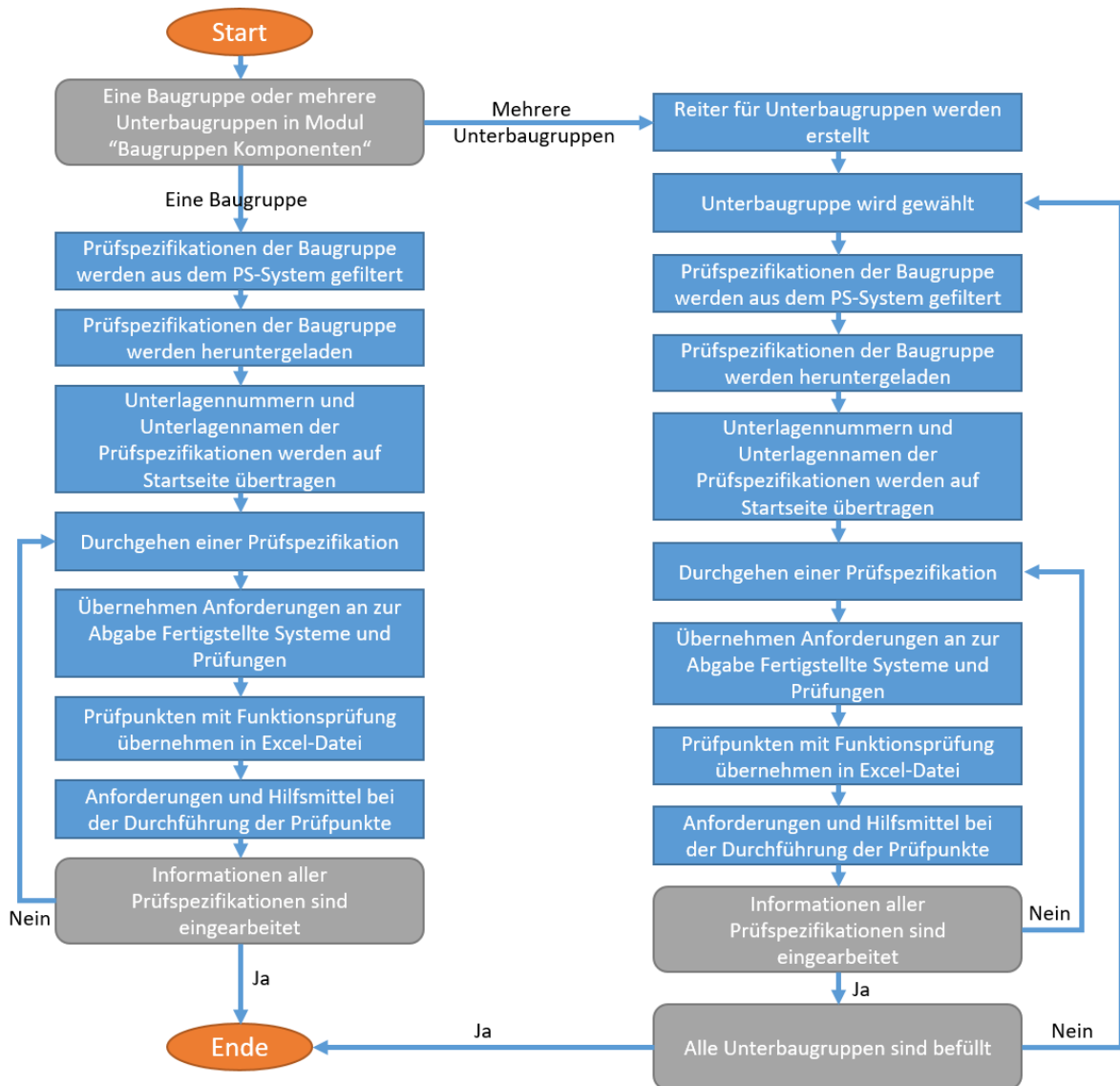


Abbildung 32 - Flussdiagramm: Befüllen des Moduls "Prüfspezifikationen"

Das Befüllen der Unterseiten des Moduls „Prüfspezifikation“ ist ein ausschließlich händischer Prozess.

4.7.4 Dokumente

Um das Modul „Dokumente“ befüllen zu können, wird das firmeninterne PS-System benötigt. Aus dem PS-System werden zunächst alle Zeichnungen der gewählten Baugruppe gefiltert. Zudem werden die zum Befüllen des Moduls Prüfspezifikationen bereits heruntergeladenen Prüfspezifikationen benötigt. Die gefilterte Liste mit Dokumentennummern und Dokumentennamen wird in das Modul übernommen.

Darauf folgt ein händischer Prozess. Es wird aus den Prüfspezifikationen herausgesucht, welche Dokumente dort mit angeführt werden, dies wird in der Spalte hinter dem Dokumentennamen vermerkt.

4.7.5 Matrix der Abhängigkeiten

4.7.5.1 Befüllen des Moduls „Matrix der Abhängigkeiten“

Das Befüllen der Matrix basiert auf Informationen aus den Modulen „Baugruppenkomponenten“ und „Prüfspezifikationen“. Eine Abbildung der Matrix sind in Kapitel 4.6.5 und 4.8.5 enthalten.

Es werden die Durchführungen der Prüfpunkte der Prüfspezifikationen aus dem Modul „Prüfspezifikationen“ übernommen. Diese werden mit der Dokumentennummer und den Dokumentennamen der Prüfspezifikation als Überschrift in die linke Spalte der Matrix eingetragen.

In der oberen Zeile werden die Voraussetzungen für die Durchführungen der verschiedenen Prüfpunkte der Prüfspezifikationen aufgeführt. Zum einen werden die verschiedenen Rohrsysteme des Schiffes und die Stromversorgung aufgeführt. Zudem anderen werden die Voraussetzungen aus dem Modul „Prüfspezifikationen“ aufgeführt. Durch das Durchführen dieses Schrittes wird die Matrix beim Befüllen verschiedener Baugruppen immer größer und es werden immer mehr Abhängigkeiten dargestellt.

Im nächsten Schritt müssen die in der oberen Zeile aufgeführten Anforderungen in Bezug auf die Durchführungen der Prüfpunkte kategorisiert werden. Es gibt drei verschiedene Kategorien, die mit Farben in der Matrix dargestellt werden. Diese Farb-Kategorien werden im Kapitel 4.7.5.2 definiert. Die Informationen über die Anforderungen werden aus den Modulen „Prüfspezifikationen“ und „Baugruppenkomponenten“ abgeleitet. Aus dem Modul „Prüfspezifikationen“ werden Anforderungen an den Betriebszustand und die Umgebung übernommen. Aus dem Modul „Baugruppenkomponenten“ werden Anforderungen an die Versorgung von Betriebsstoffen abgeleitet.

4.7.5.2 Farb-Kategorien

In der Matrix gibt es drei verschiedene Farbkategorien zur Darstellung der Abhängigkeit zwischen dem jeweiligen Prüfpunkt und den Anforderungen. Jede Farbe ist über eine bedingte Formatierung mit einem Großbuchstaben verbunden. In die Matrix muss der Großbuchstabe eingetragen werden und die Farbe erscheint über die Bedingung von alleine. Die Farbcodierung wird im Folgenden beschrieben und ist in Tabelle 9 dargestellt.

Die Farbe Grün (bedingt verbunden mit dem Großbuchstaben A) symbolisiert, dass die Anforderung zur Durchführung des Prüfpunktes erfüllt sein muss bzw. das Medium muss zur Verfügung stehen. Zum Beispiel muss zur Inbetriebnahme der Lüftungstechnischen Anlage Strom zur Verfügung stehen, da alle Lüfter und Klimageräte der Anlage mit Strom betrieben werden.

Die Farbe Rot (bedingt verbunden mit dem Großbuchstaben C) steht dafür, dass die Anforderungen während der Durchführung des Prüfpunktes nicht erfüllt werden kann. Diese Anforderung kann zur selben Zeit nicht für einen anderen Prüfpunkt erfüllt werden. Muss ein Prüfpunkt zum Beispiel auf See durchgeführt werden, kann nicht gleichzeitig eine Abnahme im Hafen durchgeführt werden. Daher müsste die Voraussetzung im Hafen mit rot markiert werden.

Die Farbe Gelb (bedingt verbunden mit dem Großbuchstaben B) symbolisiert, dass der Prüfpunkt und die Anforderung keine Auswirkungen aufeinander haben. Die Anforderung wird für die Durchführung des Prüfpunktes nicht benötigt. Die Anforderung wird allerdings auch nicht durch die Durchführung des Prüfpunktes eingeschränkt. Die Anforderung kann zur selben Zeit für einen anderen Prüfpunkt erfüllt werden.

Damit in der Matrix die Farbcodierungen erscheinen, werden beim Befüllen der Matrix die Großbuchstaben eingetragen.

Farbcodierung	Bedeutung
A	Die Anforderung muss zur Durchführung des Prüfpunktes erfüllt sein
B	Die Durchführung des Prüfpunktes und die Anforderung haben keine Auswirkung aufeinander
C	Die Anforderung kann während der Durchführung des Prüfpunktes nicht erfüllt werden

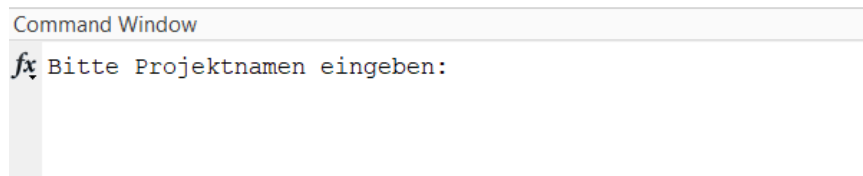
Tabelle 9 – Definition der Farbcodierung in der Matrix der Abhängigkeiten

4.8 Anwendung des methodischen Ablaufs zum Befüllen der Übersicht am Beispiel der Lüftungstechnischen Anlage

4.8.1 Befüllen der Startseite

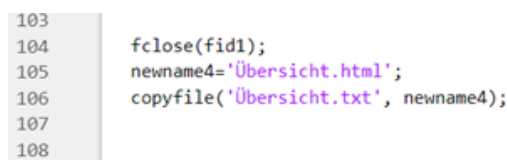
Die Startseite muss als erstes und vollständig befüllt werden. Der Grund dafür ist die Schleife in dem MATLAB-Programm. Wird die Schleife einmal abgebrochen, muss beim nächsten Mal von vorne angefangen werden und bereits zuvor eingegebene Inhalte müssen erneut eingegeben werden.

Zunächst kommt die Abfrage über den Projektnamen (siehe Abbildung 33), dieser lautet „Zweites Los K130“. Darauf folgt die Schleife, es werden immer erneut Baugruppennummer und Baugruppenname abgefragt (dies sieht aus wie die Abfrage des Projektnamen in Abbildung 33). Die Baugruppennummern und Baugruppennamen werden dem Baugruppenverzeichnis (Anhang 1) entnommen. Sind alle Baugruppen eingegeben, so wird bei der nächsten Abfrage Baugruppennummer die Ziffer 0 eingetragen und die Schleife bricht ab und die Textdatei mit dem HTML-Quelltext wird gespeichert. Im nächsten Schritt wird die Text-Datei durch den in Abbildung 34 dargestellten MATLAB-Code als HTML-Datei gespeichert. Die HTML-Startseite kann jetzt geöffnet werden und es erscheint das im Anhang 3 dargestellte Bild.



```
Command Window
fx Bitte Projektnamen eingeben:
```

Abbildung 33 - Abfrage über den Projektnamen im MATLAB-Programm

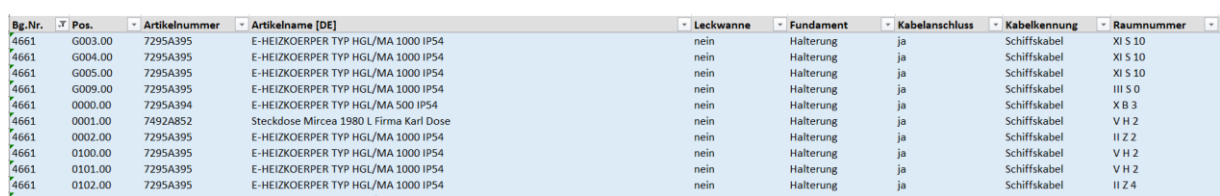


```
103
104 fclose(fid1);
105 newname4='Übersicht.html';
106 copyfile('Übersicht.txt', newname4);
107
108
```

Abbildung 34 - Text-Datei wird durch MATLAB-Code als HTML-Datei speichern

4.8.2 Befüllen des Moduls „Baugruppenkomponenten“

Zunächst wird die Gerätedatenbank über die Reportfunktion aus dem PS-System gezogen. Die Gerätedatenbank ist zu groß für den Anhang, zudem sind nicht öffentliche Informationen in dieser enthalten. Aus diesen Gründen wird ausschließlich ein Teil der Gerätedatenbank im elektronischen Anhang zur Verfügung gestellt. Es werden die Spalten mit überflüssigen Informationen gelöscht, sodass nur die Spalten mit den Überschriften „Baugruppennummer“, „Positionsnummer“, „Artikelnummer“, „Artikelname“, „Bemerkung“, „Leckwanne“, „Fundament“, „Kabelanschluss“, „Kabelkennung“ und „Raumnummer“ erhalten bleiben (siehe Abbildung 35).



Bg.Nr.	Pos.	Artikelnummer	Artikelname [DE]	Leckwanne	Fundament	Kabelanschluss	Kabelkennung	Raumnummer
4661	G003.00	7295A395	E-HEIZKOERPER TYP HGL/MA 1000 IP54	nein	Halterung	ja	Schiffskabel	XI 5 10
4661	G004.00	7295A395	E-HEIZKOERPER TYP HGL/MA 1000 IP54	nein	Halterung	ja	Schiffskabel	XI 5 10
4661	G005.00	7295A395	E-HEIZKOERPER TYP HGL/MA 1000 IP54	nein	Halterung	ja	Schiffskabel	XI 5 10
4661	G009.00	7295A395	E-HEIZKOERPER TYP HGL/MA 1000 IP54	nein	Halterung	ja	Schiffskabel	III 5 0
4661	0000.00	7295A394	E-HEIZKOERPER TYP HGL/MA 500 IP54	nein	Halterung	ja	Schiffskabel	X B 3
4661	0001.00	7492A852	Steckdose Mircea 1980 L Firma Karl Dose	nein	Halterung	ja	Schiffskabel	V H 2
4661	0002.00	7295A395	E-HEIZKOERPER TYP HGL/MA 1000 IP54	nein	Halterung	ja	Schiffskabel	II Z 2
4661	0100.00	7295A395	E-HEIZKOERPER TYP HGL/MA 1000 IP54	nein	Halterung	ja	Schiffskabel	V H 2
4661	0101.00	7295A395	E-HEIZKOERPER TYP HGL/MA 1000 IP54	nein	Halterung	ja	Schiffskabel	V H 2
4661	0102.00	7295A395	E-HEIZKOERPER TYP HGL/MA 1000 IP54	nein	Halterung	ja	Schiffskabel	II Z 4
4661	0103.00	7295A395	E-HEIZKOERPER TYP HGL/MA 1000 IP54	nein	Halterung	ja	Schiffskabel	VIII 2 2

Abbildung 35 - Überschriftenleiste der Gerätedatenbank nach dem Löschen überflüssiger Spalten

Im Anschluss wird die Gerätedatenbank nach einer Baugruppe gefiltert. Bei der Lüftungstechnischen Anlage handelt es sich nach Baugruppenverzeichnis um die Baugruppennummer 4600. Da einige Komponenten auch Unterbaugruppen angehören, müssen alle Komponenten von 4600 bis 4700 gefiltert werden (siehe Abbildung 36).

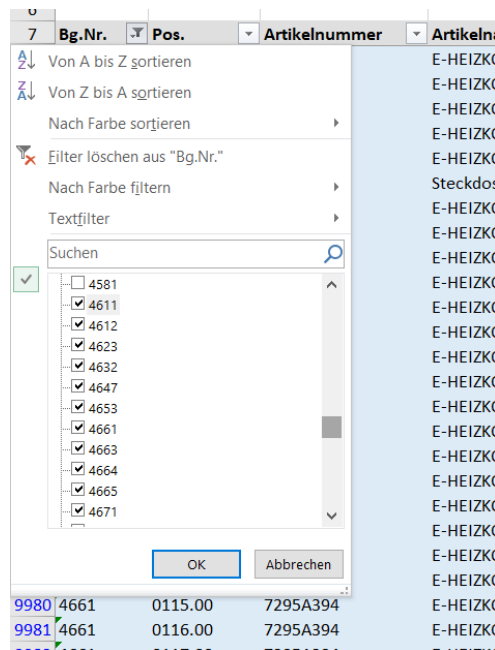


Abbildung 36 - Filtern der Baugruppe 4600]

Im Anschluss werden alle mehrfachen Nennungen aus der Gerätedatenbank entfernt. Ein Beispiel einer mehrfachen Nennung ist in Abbildung 37 zu sehen.

Bg.Nr.	Pos.	Artikelnummer	Artikelname [DE]	Leckwan
4611	G001.00	7293C907	E-Motor (Ab Lue VI 6)	nein
4611	G003.00	7293C909	E-Motor (Ab Lue VII 3)	nein
4611	G004.00	7293C912	Lueftungsklappe MIT E-Motor DN 80 (Klappe VII S 6)	nein
4611	G005.00	7293C913	Lueftungsklappe MIT E-Motor DN 80 (Klappe VII S 5)	nein
4611	G006.00	7293C990	Dunstabzugshaube (Haube 1 über Kippbratpfanne an Fortluft)	nein
4611	G006.00	7293C990	Dunstabzugshaube (Haube 1 über Kippbratpfanne an Fortluft)	nein
4611	G007.00	7293C910	E-Motor (Ab Lue IV 5)	nein

Abbildung 37 - Beispiel mehrfacher Nennung einer Komponente in der Gerätedatenbank

Im nächsten Schritt wird entschieden, ob die Baugruppe 4600 vollständig übernommen wird oder in mehrere Unterbaugruppen getrennt wird. Die Baugruppe 4600 besteht nach Gerätedatenbank aus 1041 Komponenten. Diese Anzahl an Komponenten kann nicht übersichtlich in einer Excel-Tabelle dargestellt werden, daher werden mehrere Unterbaugruppen gewählt. Die Baugruppe wird anhand der Komponenten und des Baugruppenverzeichnisses in fünf Untergruppen geteilt. Diese fünf Gruppen sind die Lüftungstechnische Anlage, das Heizkesselsystem, die Kampfstoffmittelwarnanlage, die E-Heizkörper und die Türkontaktschalter. Grund für diese Aufteilung ist, dass die Lüftungstechnische Anlage ein geschlossenes System ist, mit dem weder die E-Heizkörper, die Türkontaktschalter, die Kampfstoffmittelwarnanlage noch das Heizkesselsystem direkt verbunden sind. Es wird die Excel-Datei für die Komponenten der Baugruppe 4600 geöffnet. Diese wurde durch das MATLAB-Skript erstellt und findet sich unter dem nachfolgenden Pfad [Desktop/Übersicht/komponenten](#).

Der Aufbau der Ordnerstruktur wurde bereits in Kapitel 4.7.1 beschrieben. In der Excel-Datei werden die fünf Reiter für die Baugruppen erstellt (Abbildung 38).

Abbildung 38 - Reiter der Unterbaugruppen der Baugruppe 4600

Zunächst wird die Unterbaugruppe „Lüftungstechnische Anlage“ befüllt. Zu der Unterbaugruppe gehören die Baugruppen 4623-Wasserabscheidende Geräte, 4647-Schutzluftgeräte, 4671-Klimageräte und 4681-Luftkühlgeräte. Dies lässt sich aus dem Baugruppenverzeichnis (siehe Abbildung 39) und der Bauunterlage „Lüftungsplan“ erkennen. Der Lüftungsplan ist ein Generalplan (Kapitel 2.12), auf dem alle Lüftungstechnischen Komponenten auf dem Boot verortet und über die zugehörigen Lüftungskanäle verbunden sind. Aus dem Lüftungsplan lässt sich die Funktion der Lüftungstechnischen Anlage erkennen.

4600	LUEFTUNGSTECHNISCHEANL. INKL.HEIZK.
4623	WASSERABSCHEIDENDE GERÄTE
4647	SCHUTZLUFTGERÄTE
4660	LUFTHEIZANLAGEN
4664	ROHRLTG U. ARMAT. F.HEIZANLAGEN
4665	KESSELANLAGE
4671	KLIMAGERÄT
4681	LUFTKÜHLGERÄT

Abbildung 39 - Ausschnitt der Baugruppe 4600 aus dem Baugruppenverzeichnis

Es werden die Komponenten dieser Baugruppen in der Gerätedatenbank gefiltert. Die gefilterten Komponenten werden in dem Reiter „Lüftungstechnische Anlage“, der durch MATLAB erzeugten Excel-Datei, kopiert. Im nächsten Schritt werden die Komponenten in Haupt- und Nebenkomponten sortiert. Damit das Sortieren etwas einfacher ist, werden oberhalb der ersten Komponente 30 leere Zeilen eingefügt.

Die Komponenten der Lüftungstechnischen Anlage lassen sich anhand der Funktion der Anlagen sortieren. Die Funktionsweise der Lüftungstechnischen Anlage auf der K130 ist im Kapitel 2.5 beschrieben. Um Hauptkomponenten der Lüftungstechnischen Anlage handelt es sich bei allen Komponenten, die für den Transport, die Reinigung und die Temperaturerzeugung der Luft zuständig sind. Beispiele für solche Komponenten sind Lüfter, Klimageräte und Erhitzer. Zunächst werden die Hauptkomponenten herausgesucht und in die obersten Zeilen der Tabelle verschoben. Darunter folgen die Nebenkomponten. Zwischen den Komponenten sollten keine leeren Zeilen entstehen, dies schränkt später die Filterfunktion ein. In den Abbildungen 40 und 41 sind Ausschnitte der Tabelle mit Haupt- und Nebenkomponten der Lüftungstechnischen Anlage abgebildet.

Hauptkomponenten			
Bg.Nr.	Artikelnummer	Kategorie	Artikelname [DE]
4647	7293D029	1	Schutzluftluefter (Sch Lue X 1)
4647	7293D027	1	Schutzluftluefter (Sch Lue IV 7)
4681	7293D482	1	Lueftergruppe IV S
4681	7293D483	1	Lueftergruppe X H
4671	7293D214		Klimageraet (KLI VII 1)

Abbildung 40 - Ausschnitt Hauptkomponenten der Baugruppe 4600 Lüftungstechnische Anlage

NebenkompONENTEN			
Bg.Nr.	Artikelnummer		Artikelname [DE]
4611	7293C913	3	Lueftungsklappe MIT E-Motor DN 80 (Klappe VII S 5)
4611	7293C911	3	Lueftungsklappe MIT E-Motor DN 125 (Klappe X Z 6)
4611	7293C914	3	Lueftungsklappe MIT E-Motor DN 125 (Klappe XI Z 7)
4611	7293C915	3	Lueftungsklappe MIT E-Motor DN 125 (Klappe X Z 1)
4611	7293C916	3	Lueftungsklappe MIT E-Motor DN 125 (Klappe XI Z 6)
4611	7293C925	3	Lueftungsklappe MIT E-Motor DN 100 (Klappe IV S 3)

Abbildung 41 - Ausschnitt NebenkompONENTEN der Baugruppe 4600 Lüftungstechnische Anlage

Nach dem Sortieren der Komponenten wird die Spalte mit den Positionsnummern geleert und mit der Kategorisierung befüllt. Die Kategorisierung ist in Kapitel 4.7.2.2 erläutert. In der untenstehenden Tabelle 10 sind Beispiele zu der Kategorisierung einiger Komponenten gelistet. In der linken Spalte der Tabelle befindet sich der Komponentename, in der mittleren Spalte die zugewiesene Kategorie und in der rechten Spalte die Begründung zur Wahl der Kategorie anhand der Funktion der Komponente.

Komponentenname	Kategorie	Begründung
Klimageraet (KLI VII 1)	1	Das Klimagerät ist eine Hauptkomponente und zur Ausführung der Funktion notwendig. Es dient dazu, die Luft zu trocknen, zu erwärmen und in das Lüftungssystem zu transportieren.
KLEMMENKASTEN F. LUFTKÜHLANLAGE XI1	2	Der Klemmenkasten ist nicht direkt für die Funktionserfüllung des Lüftungssystems zuständig. Er dient der Stromversorgung einer Hauptkomponente und ist zur Inbetriebnahme erforderlich.
Lueftungsklappe mit E-Motor DN 80 (Klappe X Z 2)	3	Die Lüftungsklappe ist nicht zur Funktionserfüllung des Lüftungssystems und nicht für die Funktion einer Hauptkomponente erforderlich. Es ist jedoch sinnvoll, diese schon vor der Inbetriebnahme zu montieren, da die Lüftungsklappen in das Lüftungskanalsystem integriert sind. Da der Lüfterkanal zur Inbetriebnahme fertiggestellt sein muss, müsste für die spätere Montage der Lüftungsklappe dieser wieder geöffnet werden. Dies würde doppelte Arbeit bedeuten.
Raumtemperaturfuehler	4	Der Raumtemperaturfühler ist nicht zur Funktionserfüllung des Lüftungssystems und nicht für die Funktion einer Hauptkomponente erforderlich. Er wird im Raum an der Wand angebracht und kann daher auch zu einem späteren Zeitpunkt nach der Inbetriebnahme des Lüftungssystems montiert werden.
Frostschutzthermostat (Zu Lue X 3)	5	Das Frostschutzthermostat des Zu-Lüfters X 3 ist ein Anbauteil, welches bereits bei der Lieferung des Zu-Lüfters an diesem korrekt angebracht ist.

Tabelle 10 – Beispiele zur Kategorisierung von Komponenten der Baugruppe 4600 im Projekt K130

<input type="checkbox"/>	Unt.Nr.	Typ	Titel
<input type="checkbox"/>	4600-Q-300-000 / Hz	Q	P-SPEZ. Lueftungstechn. Anl. INST.- u. Inbetr.-Pruefg. P-SPEZ. Lueftungstechn. Anl. INST.- u. Inbetr.-Pruefg.
<input type="checkbox"/>	4600-Q-600-000 / Hz	Q	Lueftungstechnische Anlage, Leistungsnachweis Lueftungstechnische Anlage, Leistungsnachweis
<input type="checkbox"/>	4647-Q-200-000 / Hz	Q	P-SPEZ. SCHUTZLUFTGERAETE, LUFTEINtr M P-SPEZ. SCHUTZLUFTGERAETE, LUFTEINtr M
<input type="checkbox"/>	4653-Q-100-000 / Hz	Q	Luftkuehlgeraete Luftkuehlgeraete
<input type="checkbox"/>	4661-Q-100-000 / Hz	Q	Elektrische Heizkoerper -
<input type="checkbox"/>	4665-Q-100-000 / Hz	Q	P-SPEZ. RAUCHGASKUEHLER -
<input type="checkbox"/>	4665-Q-300-000 / Hz	Q	P.-Spez. Heizungseinrichtung P.-Spez. Heizungseinrichtung

Abbildung 43 - Gefilterte Prüfspezifikationen der Baugruppe 4600 im PS-System

Die gefilterten Prüfspezifikationen werden auf die Startseite der Excel-Datei übernommen, wobei die beim Befüllen der Komponenten gewählten Unterbaugruppen übernommen werden, wie in Abbildung 44 dargestellt.

Baugruppe 4600 - Lüftungstechnische Anlagen inkl. Heizkörper			N·V·L BLOHM+VOSS
Prüfspezifikationen Lüftungstechnische Anlage+Kampfstoffmittelwarnanlage			
Auf.Nr.	Unt.Nr.	Titel	
13750	4600-Q-300-000 / Hz	P-SPEZ. Lueftungstechn. Anl. INST.- u. Inbetr.-Pruefg.	
13750	4600-Q-600-000 / Hz	Lueftungstechnische Anlage, Leistungsnachweis	
13750	4647-Q-200-000 / Hz	P-SPEZ. SCHUTZLUFTGERAETE, LUFTEINtr M	
13750	4653-Q-100-000 / Hz	Luftkuehlgeraete	
13750	4671-Q-100-000 / Hz	Klimageraete	
13750	4677-Q-100-000 / Hz	Zentrale Steuereinheit Kampfstoffwarnanlage	
Prüfspezifikationen Heizungsanlage			
Auf.Nr.	Unt.Nr.	Titel	
13750	4661-Q-100-000 / Hz	Elektrische Heizkoerper	
13750	4665-Q-100-000 / Hz	P-SPEZ. RAUCHGASKUEHLER	
13750	4665-Q-300-000 / Hz	P.-Spez. Heizungseinrichtung	

Abbildung 44 - Startseite des Moduls Prüfspezifikationen der Baugruppe 4600

Im Anschluss daran wird der Reiter für eine Unterbaugruppe erstellt. Es wird eine Prüfspezifikation der Unterbaugruppe gewählt. In diesem Beispiel wird die Prüfspezifikation „4600-Q600-000 Lüftungstechnische Anlage, Leistungsnachweis gewählt.“ Bei dieser Prüfspezifikation handelt es sich um den Funktionsnachweis der Lüftungstechnischen Anlage. Das Dokument befindet sich im Anhang 2.

Die Prüfspezifikation wird sorgfältig gelesen und zunächst alle Voraussetzungen für die Durchführung des Funktionsnachweises herausgefiltert. In dem Beispiel muss die I+I Prüfung abgeschlossen sein, diese Information befindet sich in der Prüfspezifikation unter dem Punkt 9 „Prüfprotokolle“, 1.02. Zudem müssen die Rohrsysteme Kaltwasser, Seewasser, Warmwasser fertiggestellt sein (Punkt 9 „Prüfprotokolle“, 1.03). Dies wird für die gesamte Prüfspezifikation durchgeführt, das Ergebnis dieses Vorganges ist in Abbildung 45 dargestellt.

Zur Abgabe Fertiggestellt

I+I Prüfung 4600-Q-300 abgeschlossen
 Kaltwasser,Warmwasser, Seewasser, Druckluft betriebsbereit
 Lüftungstechnische Anlage betriebsbereit
 IMCS betriebsbereit - Bestätigung durch QS
 Vorprüfung Luftmengenmessung liegt vor

Abbildung 45 - Ausschnitt des Moduls Prüfspezifikationen der Baugruppe 4600 (Abgabe Voraussetzungen)

Im nächsten Schritt werden aus dem Dokument die Durchführungsschritte herausgearbeitet. Dabei werden nur Funktionstests aufgenommen, keine Sichtprüfungen. In dem Abschnitt 6 „Hafenbetrieb/Seebetrieb“ (Abbildung 46) der Prüfspezifikation werden einige Prüfpunkte und dazugehörige Voraussetzungen genannt. Diese Durchführungspunkte und die dazugehörigen Voraussetzungen werden, wie in Abbildung 47 dargestellt, in die Excel-Datei übernommen. Als Beispiel wird der in Abbildung 46 unter Seebetrieb Punkt a) (blauer Kasten) dargestellte Punkt weiter erläutert: die Durchführung lautet CO₂ Messung entsprechend Belegungsplan. Aus dem in Abbildung 46 in Orange markiertem Satz lässt sich ableiten, dass die Voraussetzungen zur Durchführung Zitadellenbetrieb und Maschinenbetrieb bei Seefahrt sind. Diese Voraussetzungen werden zu dem Durchführungspunkt in die Excel-Datei übernommen. Zuletzt werden die benötigten Hilfsmittel aus der Prüfspezifikation herausgesucht oder aus den Prüfpunkten abgeleitet. In dem zuvor gewählten Beispiel wird die Begrifflichkeit „entsprechend Belegungsplan“ verwendet. Dies bedeutet, für die Durchführung dieses Prüfpunktes wird zusätzliches Personal benötigt. In dem Belegungsplan ist die Personenanzahl angegeben, für welche der Raum ausgelegt ist. Diese Personenanzahl muss sich zu der CO₂ Messung in dem Raum befinden. Wird dieser Prüfpunkt später durch den Inbetriebnehmer vorbereitet, muss die Personenanzahl geplant werden. Für diese Planung wird der Belegungsplan benötigt. Dies ist ein Beispiel für notwendige Dokumente, welche in dem Modul Dokumente hinterlegt werden. Zudem wird für die CO₂ Messung ein Gerät benötigt, welches den CO₂-Anteil im Raum messen kann.

Hafenbetrieb

- a) Luftmengenmessung des Zitadellenbereiches im Verschlusszustand für alle Räume (5 hPa Zitadellenüberdruck)
- b) Luftmengenmessung der Zu- und Ab-/Fortluftanlagen für Räume außerhalb der Zitadelle
- c) Stromaufnahme der E-Verbraucher (Antriebsmotore der Lüfteraggregate)
- d) Luftströmungsmessung in Wohn-, Arbeits- und Aufenthaltsbereichen
- e) Überdruckmessung der Gesamtzitadelle und der einzelnen zwei Schiffssicherungsbereiche
- f) Lufttemperatur- und Luftfeuchtemessung in Räumen bei niedrigen Außentemperaturen (Alle wärmeabgebenden Geräte abgeschaltet, ausgenommen die Lüftungstechnische Anlage (nur im Hafenbetrieb möglich)

Seebetrieb

Die Korvette 130 wird während des Leistungsnachweises unter Verschlusszustand (5 mbar Zitadellenüberdruck und Maschinenbetrieb) gefahren.

- a) CO₂ - Messungen in Räumen entsprechend Belegungsplan und Gleichzeitigkeitsfaktor
- b) Gaskonzentrationsmessungen in den einzelnen Maschinenräumen bei Dauerlastbetrieb und Verschlusszustand
- c) Überdruckmessung der Gesamtzitadelle und der einzelnen zwei Schiffssicherungsbereiche unter Maschinenbetrieb im Kriegsmarschverschlusszustand
- d) Lufttemperaturmessung in Räumen bei hohen Außentemperaturen unter Maschinen- und Gerätebetrieb (nur im Seebetrieb möglich) entsprechend Gleichzeitigkeitssfaktor sowie Belegung gemäß Belegungsplan

Abbildung 46 - Auszug der Prüfspezifikation 4600-Q-600-000

Das Ergebnis des im vorangegangenen Beschriebenen ist in Abbildung 47 im orangefarbenen Kasten dargestellt.

Hafenanteil		
Luftmengenmessung des Zitadellenbereichs	Zitadellenbetrieb	Luftmengenmessgeräte
Luftmengenmessung außerhalb der Zitadelle		Luftmengenmessgeräte
Stromaufnahme der E-Verbraucher		Stromzange
Luftströmungsmessungen	Zitadellenbetrieb	Luftmessgeräte
Überdruckmessung der Gesamtzitadelle und einzelner Schiffssicherungsbereiche	Zitadellenbetrieb	Luftmessgeräte
	niedrige Außentemperaturen	Luftmessgeräte
Lufttemperatur- und Luftfeuchtemessung gemäß Belegungsplan	alle Wärmeabgebenden Geräte abgeschaltet	Personen, Anzahl gemäß Belegungsplan
Seeanteil		
CO2-Messungen in Räumen entsprechend Belegungsplan	Zitadellenbetrieb Maschinenbetrieb	CO2-Messgerät Personen, Anzahl gemäß Belegungsplan
	Zitadellenbetrieb Dauerbetrieb	
Gaskonzentrationsmessungen in Maschinenräumen	Verschlusszustand	Messgerät zum erfassen der Gaskonzentration
	Zitadellenbetrieb Maschinenbetrieb	
Überdruckmessung Gesamtzitadelle und Schiffssicherungsbereiche	Kriegsmarschverschlusszustand	IMCS Überdruck Anzeige VorOrt Überdruckanzeige
	Zitadellenbetrieb	
Lufttemperaturmessung gemäß Belegungsplan	hohe Außentemperaturen Maschinenbetrieb	Personen, Anzahl gemäß Belegungsplan

Abbildung 47 - Auszug des Moduls Prüfspezifikationen der Baugruppe 4600 (Durchführungen)

Dieser Vorgang wird für alle in der Prüfspezifikation aufgeführten Prüfpunkte wiederholt. Ist die gesamte Prüfspezifikation durchgearbeitet, wird der gesamte Vorgang für die nächste Prüfspezifikation durchgeführt.

Ist dies für alle auf der Startseite aufgeführten Prüfspezifikationen abgeschlossen, ist das Modul „Prüfspezifikationen“ der Baugruppe 4600 vollständig gefüllt und wird gesperrt. Dazu wird in der oberen Zeile von der Excel-Datei der Reiter „Überprüfen“ und dort das Element „Arbeitsmappe Schützen“ ausgewählt.

Das Ergebnis des Befüllens des Moduls „Prüfspezifikationen“ der Baugruppe „4600-Lüftungstechnische Anlage inkl. Heizungen – Lüftungstechnische Anlage“ befindet sich in der Übersicht im elektronischen Anhang. Das Modul wird geöffnet, in dem zunächst die Startseite geöffnet wird. Auf der Startseite wird dann in der Zeile der Baugruppe 4600 und der Spalte „Prüfspezifikationen“ der Link mit einem Links-Klick ausgewählt und die zugehörige Excel-Tabelle öffnet sich.

4.8.4 Befüllen des Moduls „Dokumente“

Zunächst wird im PS-System nach Prüfspezifikationen der Baugruppe 4600 gefiltert. Diese gefilterte Liste wird als Excel-Datei heruntergeladen. Es wird die Excel-Datei für die Dokumente der Baugruppe 4600 geöffnet. Diese wurde durch das MATLAB-Skript erstellt und findet sich unter dem nachfolgenden Pfad [Desktop/Übersicht/pruefspezifikationen](#). Aus der dem PS-System entstammenden Liste werden die Unterlagennummer und der zugehörige Titel in die Excel-Datei der Übersicht kopiert.

Ist dieser Vorgang abgeschlossen, wird die erste Prüfspezifikation der Baugruppe geöffnet. Im Folgendem wird als Beispiel zunächst die Prüfspezifikation 4600-Q-600 abgearbeitet. In Abbildung 48 ist ein Ausschnitt der der Prüfspezifikation gezeigt, in dem die zugelassenen Prüfunterlagen gelistet sind.

Dokument- /Zeichnungsname / document name	ARGE Dok.-/ Zeichnungsnummer ARGE dokument no.
Lüftungsplan obere Decks	13750-4600-K-990-000
Lüftungsplan untere Decks	13750-4600-K-990-240
Lüfterleistungstabelle	13750-4600-K-990-040
Tabelle der Wärmetauscheranschlüsse	13750-4600-K-990-090
Überströmer in Türen und Wänden obere Decks	13750-4600-K-990-060
Überströmer in Türen und Wänden untere Decks	13750-4600-K-990-220
Schema Überdruck-Messeinr. Lüftung obere Decks	13750-4600-K-990-080
Schema Überdruck-Messeinr. Lüftung obere Decks	13750-4600-K-990-230
Zitadellenplan obere Decks	13750-4600-K-990-250
Zitadellenplan untere Decks	13750-4600-K-990-260
Luftmengen- und Ausgleichsplan obere Decks	13750-4600-K-990-270
Luftmengen- und Ausgleichsplan untere Decks	13750-4600-K-990-280
Schilderplan obere Decks	13750-4600-K-990-020
Schilderplan untere Decks	13750-4600-K-990-200
Lüftungsbauteilekatalog	13750-4600-K-990-070
CO ₂ -Konzentrationsberechnung	13750-4600-K-990-010
Kampfstoffüberwachungseinrichtung	13750-4677-K-990-000
Schema Entwässerung (untere Decks)	13750-4623-K-990-000
Schema Entwässerung (obere Decks)	13750-4623-K-990-040
PS 4600 Q 31.00 - Lüftungstechn. Anl. INST.- u. Inbetr.-Pruefg	13750-4600-Q-300-000
PS 4665 Q 30.00 – Heizungseinrichtung	13750-4665-Q-300-000

Abbildung 48 - Ausschnitt Prüfspezifikationen (Dokumente)

In der Excel-Datei wird bei den in Abbildung 49 gelisteten Dokumenten in der dritten Spalte die Prüfspezifikation eingetragen.

Ein Auszug des Ergebnisses der vorangegangenen Schritte wird in Abbildung 49 dargestellt.

Unt.Nr.	Titel	genannt in Prüfspezifikation
4600-K-990-000 / Hz	Lueftungsplan obere Decks	4600-Q-600
4600-K-990-010 / Hz	CO2-KONZENTRATIONSBERECHNUNG	4600-Q-600
4600-K-990-020 / Hz	Schilderliste Lueftung obere Decks	4600-Q-600
4600-K-990-030 / Hz	Schildelplan Lueftung obere Decks	
4600-K-990-040 / Hz	Luefterleistungstabelle	4600-Q-600
4600-K-990-050 / Hz	Rohr- und Kanalstuetzen fuer die Lueftung	
4600-K-990-060 / Hz	Ueberstroemer in Tueren + Waende obere Decks	4600-Q-600
4600-K-990-070 / Hz	Lueftungsbauteilekatalog	4600-Q-600
4600-K-990-080 / Hz	Schema Ueberdruck-Messeinr. Lueftung obere Decks	4600-Q-600
4600-K-990-090 / Hz	Tabelle der Waermetauscheranschluesse	4600-Q-600
4600-K-990-100 / Hz	Dimens. isoliert. Lueft-Plan S und Z-Deck Vorschiff, farbig	

Abbildung 49 - Ausschnitt des Moduls Dokumente der Baugruppe 4600

Der Vorgang des Befüllens der dritten Spalte des Moduls wird mit allen zu der Baugruppe gehörigen Prüfspezifikationen durchgeführt.

Das Ergebnis des Befüllens des Moduls „Dokumente“ der Baugruppe „4600-Lüftungstechnische Anlage inkl. Heizungen – Lüftungstechnische Anlage“ befindet sich in der Übersicht im elektronischen Anhang. Das Modul wird geöffnet, in dem zunächst die Startseite geöffnet wird. Auf der Startseite wird dann in der Zeile der Baugruppe 4600 und der Spalte „Dokumente“ der Link mit einem Links-Klick ausgewählt und die zugehörige Excel-Tabelle öffnet sich.

4.8.5 Befüllen des Moduls „Matrix der Abhängigkeiten“

Die Matrix ist der letzte Schritt beim Befüllen der Übersicht einer Baugruppe.

Zum Befüllen der Matrix werden die Informationen aus den Modulen „Prüfspezifikationen“ und „Baugruppenkomponenten“ und Erfahrungen von Mitarbeitern verwendet.

Für den weiteren Verlauf dieses Kapitels wird als Beispiel, wie in den Kapiteln 4.7.2 und 4.7.3, die Baugruppe 4600 und im Besonderen die Prüfspezifikation 4600-Q-600 „Leistungsnachweis Lüftungstechnische Anlage“ benutzt.

Zunächst werden aus dem Modul „Prüfspezifikationen“ die „Durchführungen“ der einzelnen Prüfspezifikationen in die linke Spalte der Matrix übernommen. In der Abbildung 50 ist ein Ausschnitt des Moduls „Prüfspezifikationen“ dargestellt. Die in dieser Abbildung in Orange markierten Informationen werden in die linke Spalte der Matrix übernommen. Dies ist in dem Ausschnitt der Matrix, in der Abbildung 51, ebenfalls in Orange markiert.

In der oberen Zeile der Matrix sind die Voraussetzungen der Komponenten aus dem Modul „Baugruppenkomponenten“ enthalten. Dabei handelt es sich um angeschlossene Rohrsysteme und die Stromversorgung. Diese sind in der Abbildung 51 in Blau markiert.

Zudem werden in die obere Zeile die Anforderungen an die Durchführungen der Prüfspezifikationen aus dem Modul „Prüfspezifikationen“ übernommen. Diese sind im Ausschnitt des Moduls „Prüfspezifikationen“ in der Abbildung 50 grün markiert und lassen sich in den Ausschnitten der Matrix der Abhängigkeiten, in den Abbildungen 51 und 52 ebenfalls in Grün markiert, wiederfinden. Die nicht farblich markierten Anforderungen resultieren aus anderen Prüfspezifikationen der Baugruppen und waren vorm Befüllen bereits in der Matrix enthalten. Je mehr Baugruppen bereits in der Matrix vorhanden sind, umso weniger Anforderungen müssen in die obere Zeile eingetragen werden, da diese bereits aus vorangegangenen Baugruppen enthalten sind. Im elektronischen Anhang ist eine mit mehreren Baugruppen gefüllte Matrix zu finden.

Im letzten Schritt werden die Abhängigkeiten nach dem in Kapitel 4.7.5.2 erläuterten Farbkategorien kategorisiert. Alle in der Prüfspezifikation genannten Anforderungen eines Prüfpunktes werden grün markiert, so wie für die Anlage notwendige Bedingungen aus dem Modul „Baugruppenkomponenten.“ Für diesen Schritt wird als Beispiel der Durchführungspunkt „Lufttemperaturmessungen gemäß Belegungsplan“ aus dem Seeanteil der Prüfspezifikation 4600-Q-600 gewählt.

Während der Durchführung dieses Prüfpunktes muss laut Prüfspezifikation Zitadellenbetrieb im Schiff herrschen. Dies bedeutet, dass die gesamte Lüftungstechnische Anlage im Betrieb sein muss. Aus dem Grund müssen Strom, Kaltwasser, Warmwasser und Seewasser zur Verfügung stehen. Diese Informationen lassen sich aus dem Modul „Baugruppenkomponenten“ entnehmen. Gemäß diesen Anforderungen müssen die Felder des Prüfpunktes zu den Voraussetzungen Strom, Zitadelle, Kaltwasser, Warmwasser und Seewasser mit der grünen Farbkategorie markiert werden. Des Weiteren sind in dem Modul „Prüfspezifikationen“ die Anforderungen Verschlusszustand, Maschinenbetrieb, hohe Außentemperatur und Durchführung auf See genannt. Diese werden in der Übersicht in der Spalte des Prüfpunktes ebenfalls grün markiert. Damit sind alle in den Modulen „Baugruppenkomponenten“ und „Prüfspezifikationen“ genannten Anforderungen abgearbeitet. Die restlichen Anforderungen müssen jetzt einzeln betrachtet werden. Sowohl Druckluft als auch IMCS werden in keinem der Module erwähnt und schließen sich auch mit keiner der anderen Anforderungen aus, daher werden diese Felder gelb markiert. Die Anforderungen „niedrige Außentemperatur“ schließt sich mit der Anforderung „hohe Außentemperaturen“ aus und die Anforderung „im Hafen“ schließt sich mit der Anforderung „auf See“ aus. Aus diesem Grund werden die Anforderungen „niedrige Außentemperaturen“ und „im Hafen“ mit der roten

Farbkategorie gekennzeichnet. Das Ergebnis dieser Kategorisierung ist in Abbildung 51 und 52 in Gelb dargestellt.

Das Gesamtergebnis der Matrix der Abhängigkeiten, nach dem Ausfüllen mit dem Inhalt einiger Baugruppen, ist im elektronischen Anhang zu finden.

4600-Q-600 - Leistungsnachweis Lüftungstechnische Anlagen	
Zur Abgabe Fertiggestellt	Voraussetzungen
I+I Prüfung 4600-Q-300 abgeschlossen	
Kaltwasser,Warmwasser, Seewasser, Druckluft betriebsbereit	
Lüftungstechnische Anlage betriebsbereit	
IMCS betriebsbereit - Bestätigung durch QS	
Vorprüfung Luftmengenmessung liegt vor	
Hafenanteil	
Luftmengenmessung des Zitadellenbereichs	Zitadellenbetrieb
Luftmengenmessung außerhalb der Zitadelle	
Stromaufnahme der E-Verbraucher	
Luftströmungsmessungen	Zitadellenbetrieb
Überdruckmessung der Gesamtzitadelle und einzelner Schiffssicherungsbereiche	Zitadellenbetrieb
	niedrige Außentemperaturen
	alle Wärmeabgebenden Geräte abgeschaltet
Seeanteil	
CO2-Messungen in Räumen entsprechend Belegungsplan	Zitadellenbetrieb
	Maschinenbetrieb
	Zitadellenbetrieb
	Dauerbetrieb
	Verschlusszustand
Gaskonzentrationsmessungen in Maschinenräumen	Zitadellenbetrieb
	Maschinenbetrieb
Überdruckmessung Gesamtzitadelle und Schiffssicherungsbereiche	Kriegsmarschverschlusszustand
	Zitadellenbetrieb
	hohe Außentemperaturen
Lufttemperaturmessung gemäß Belegungsplan	Maschinenbetrieb

Abbildung 50 - Ausschnitt des Moduls Prüfspezifikationen der Baugruppe 4600

	Strom	Zitadelle	Schmieröl	Abgas	Frischkühlwasser	Kraftstoff	Warmwasser	Seekühlwasser	Anlass/ Steuer- Arbeitsluft	IMCS	Verschlusszustand
4600-Q-600 - Leistungsnachweis Lüftungstechnische Anlagen - Hafenanteil											
Luftmengenmessung des Zitadellenbereichs	A	A	B	B	B	A	A	A	B	B	A
Luftmengenmessung außerhalb der Zitadelle	A	A	B	B	B	A	A	A	B	B	A
Stromaufnahme der E-Verbraucher	A	A	B	B	B	A	A	A	B	B	A
Luftströmungsmessungen	A	A	B	B	B	A	A	A	B	B	A
Überdruckmessung der Gesamtzitadelle und einzelner Schiffssicherungsbereiche	A	A	B	B	B	A	A	A	B	A	A
Lufttemperatur- und Luftfeuchtemessung gemäß Belegungsplan	A	A	B	B	B	A	A	A	B	B	A
4600-Q-600 - Leistungsnachweis Lüftungstechnische Anlagen - Seeanteil											
CO2-Messungen in Räumen entsprechend Belegungsplan	A	A	B	A	B	B	A	A	B	B	A
Gaskonzentrationsmessungen in Maschinenräumen	A	A	B	A	B	B	A	A	B	B	A
Überdruckmessung Gesamtzitadelle und Schiffssicherungsbereiche	A	A	B	A	B	B	A	A	B	A	A
Lufttemperaturmessung gemäß Belegungsplan	A	A	B	A	B	B	A	A	B	B	A

Abbildung 51 - Ausschnitt der Matrix der Abhängigkeiten

	Maschinenbetrieb	niedrige Außentemperaturen	hohe Außentemperaturen	Kriegsmarschverschlusszustand	im Hafen	auf See	Proviant an Bord	Standprobe abgeschlossen	Ruderanlage 0
Luftmengenmessung des Zitadellenbereichs	B	B	B	B	A	B	B	B	B
Luftmengenmessung außerhalb der Zitadelle	B	B	B	B	A	B	B	B	B
Stromaufnahme der E-Verbraucher	B	B	B	B	A	B	B	B	B
Luftströmungsmessungen	B	B	B	B	A	B	B	B	B
Überdruckmessung der Gesamtzitadelle und einzelner Schiffssicherungsbereiche	B	B	B	B	A	B	B	B	B
Lufttemperatur- und Luftfeuchtemessung gemäß Belegungsplan	B	A	B	B	A	B	B	B	B
4600-Q-600 - Leistungsnachweis Lüftungstechnische Anlagen - Seeanteil									
CO2-Messungen in Räumen entsprechend Belegungsplan	A	B	B	B	B	A	B	A	B
Gaskonzentrationsmessungen in Maschinenräumen	A	B	B	B	B	A	B	A	B
Überdruckmessung Gesamtzitadelle und Schiffssicherungsbereiche	A	B	B	B	B	A	B	A	B
Lufttemperaturmessung gemäß Belegungsplan	A	B	A	B	B	A	B	A	B

Abbildung 52 – Ausschnitt 2 der Matrix der Abhängigkeiten

Das Ergebnis des Befüllens des Moduls „Matrix der Abhängigkeiten“ befindet sich in der Übersicht im elektronischen Anhang. Das Modul wird geöffnet, in dem zunächst die Startseite geöffnet wird. Auf der Startseite wird dann der Link zur Matrix der Abhängigkeiten mit einem Links-Klick ausgewählt und die zugehörige Excel-Tabelle öffnet sich.

5 Nutzungsbeschreibung des elektronischen Anhangs

Der elektronische Anhang enthält die Ordner "TUPI_Prototyp" und "TUPI_Neu_erstellen" (siehe Abbildung 52), so wie die Bachelorarbeit als PDF-Dokument.

 TUPI_Neu_erstellen	17.02.2023 06:09	Dateiordner
 TUPI_Prototyp	17.02.2023 06:08	Dateiordner

Abbildung 52 - Ordnerstruktur elektronischer Anhang

Zunächst wird der Ordner "TUPI_Prototyp" mit einem Doppelklick der linken Maustaste geöffnet. In diesem Ordner ist eine bereits anteilig ausgefüllte Übersicht zu finden. Um diese zu starten, muss ein Doppelklick mit der linken Maustaste auf die Datei TUPI gemacht werden (siehe Abbildung 53).








 dokumente	16.02.2023 08:54	Dateiordner	
 komponenten	16.02.2023 08:54	Dateiordner	
 pruefspezifikationen	16.02.2023 18:08	Dateiordner	
 Logo	16.02.2023 08:54	PNG-Datei	5 KB
 matrixabhaengigkeiten	17.02.2023 05:34	Microsoft Excel-Ar...	36 KB
 TUPI	16.02.2023 08:54	Microsoft Edge HT...	15 KB
 Übersicht	16.02.2023 08:54	Textdokument	15 KB

Abbildung 53 - Ordnerstruktur "TUPI_Prototyp"

Die Startseite der Übersicht öffnet sich. Die Baugruppen 2100, 2500, 4500, 4600 und 4700 sind bereits befüllt worden. Bei diesen Baugruppen können die Links "Baugruppenkomponenten", "Prüfspezifikationen" und "Dokumente" mit einem links Mausklick ausgewählt werden und die zugehörigen Excel-Dateien öffnen sich.

Um eine neue Übersicht zu erstellen, mit Startseite und der dazugehörigen Ordnerstruktur wird der Ordner "TUPI_Neu_erstellen" im elektronischen Anhang mit einem doppelten Linksmausklick ausgewählt. Jetzt wird die MATLAB-Datei mit dem Namen "Übersicht" mit einem Doppelklick der linken Maustaste geöffnet. Ab diesem Schritt wird vorgegangen, wie in Kapitel 4.7 und 4.8 beschrieben. Ist das Befüllen der Startseite über das MATLAB-Programm abgeschlossen, befindet sich in dem Ordner "TUPI_Neu_erstellen" die nötige Ordnerstruktur zum Befüllen der Übersicht und die HTML-Datei der Startseite mit dem Dateinamen "TUPI".

6 Darstellung der Ergebnisse mit Diskussion und kritischer Bewertung

Es wurde eine Analyse des Ist-Prozesses der Planung der Inbetriebnahme durchgeführt, um Optimierungspotentiale zu erkennen, folgende Optimierungspotentiale wurden identifiziert:

- Unzureichende fachliche Informationen für das Planungspersonal
- Keine Abhängigkeiten zwischen den Inbetriebnahmen in der Planung dargestellt (Level 5 Terminplan unzureichend genau)
- Fehlende schnelle Zugänglichkeit zu Informationen über zur Inbetriebnahme benötigte Materialien und Medien
- Keine Übersicht zu für Inbetriebnahme notwendigen Dokumente
- Fehlende Verknüpfung zwischen Fertigungsplanung und Inbetriebnahmeplanung

Darauffolgend wurde eine Übersicht erarbeitet. Diese bietet Möglichkeiten, um die Potentiale auszubessern oder verschwinden zu lassen.

Das Ergebnis ist die Übersicht mit der in HTML und CSS programmierten Startseite und den in Excel dargestellten Modulen „Baugruppenkomponenten“, „Prüfspezifikationen“, „Dokumente“ und „Matrix der Abhängigkeiten“.

Die Übersicht ist funktionsfähig. Durch die Verwendung von HTML und Excel ist die Übersicht unkompliziert in der Handhabung. Auf den Rechnern der Firma Blohm+Voss ist Excel enthalten, daher müssen für die Verwendung der Übersicht keine extra Programme aufgespielt werden. Sollte sich dazu entschieden werden, das Ergebnis dieser Arbeit auf der Werft weiter zu verfolgen, wäre es sinnvoll, die Struktur der Übersicht in das PS-System aufzunehmen. Die Startseite müsste in dem Fall in die Programmiersprache des PS-Systems überführt werden. Tabellen im PS-System basieren auf Excel-Dateien, daher wäre das Einbinden der Module leicht möglich. Das Übernehmen der Übersicht in das PS-System wäre sinnvoll, da dieses ein viel Genutztes, allen Mitarbeitern bekanntes System ist.

Zudem würde eine Übernahme in das PS-System das Befüllen der Übersicht erleichtern. Da die meisten Informationen der Übersicht aus dem PS-System stammen.

Für jede Baugruppe eines Projektes gibt es jeweils die Module „Baugruppenkomponenten“, „Prüfspezifikationen“ und „Dokumente“. Dadurch sind in der Orderstruktur der Übersicht

$$\text{Anzahl der Baugruppen} \times 3 = \text{Anzahl Excel Dateien} \quad \text{enthalten.}$$

Dies können unter Umständen, je nach Größe des Projektes, eine große Anzahl an Dateien werden, und dadurch die Programmstruktur unübersichtlich und schwer verständlich machen. Dies ist für den Anwender kein Problem, da dieser die Übersicht ausschließlich über die Startseite verwendet. Für denjenigen, der die Übersicht verwaltet, könnte dies jedoch von Nachteil sein.

Der modulare Aufbau der Übersicht ermöglicht es, bei Erkennen von Fehlern in einem der Module, diese schnell korrigieren zu können ohne die Gesamtstruktur der Übersicht verändern zu müssen.

In dem Modul „Baugruppenkomponenten“ sind alle einer Baugruppe zugehörigen Komponenten mit Informationen über Anschlüsse von Medien und Strom sowie der Priorisierung des vorhanden-seins zur Inbetriebnahme der Baugruppe. Diese Informationen dienen dem Planer, da er so weiß; welche Fertigungsschritte zur Inbetriebnahme abgeschlossen sein müssen.

In dem Modul "Prüfspezifikationen" sind alle Prüfspezifikationen einer Baugruppe aufgeführt. Zu jeder Prüfspezifikation sind Voraussetzungen, Durchführungsschritte und notwendiges Material gelistet. Diese Informationen dienen dem Inbetriebnehmer bei der Planung der Durchführung der Prüfspezifikation.

In dem Modul "Dokumente" sind alle Baugruppen zugehörige Dokumente aufgelistet. Dieses dient dem Inbetriebnehmer, sollten Informationen über ein System fehlen.

Das Modul "Matrix der Abhängigkeiten" gibt es für alle Baugruppen gemeinsam ausschließlich einmal. In dem Modul werden die Abhängigkeiten zwischen den verschiedenen Inbetriebnahmedurchführungen dargestellt. Anhand der Matrix kann der Terminplaner erkennen, welche Inbetriebnahmeschritte sich gegenseitig ausschließen.

Es wurde begonnen; die Übersicht für das Projekt K130 zu befüllen. Die bereits gefüllten Baugruppen wurden anhand von Originalinformationen und Dokumenten befüllt und sind zur Nutzung bereit. Kommt es zu einem neuen Projekt; muss die Übersicht neu angelegt und befüllt werden. Für das Anlegen der Übersicht wurde ein MATLAB-Skript erzeugt. Dieses Skript ist funktionsfähig. Auf der Werft Blohm+Voss ist MATLAB allerdings kein Standardprogramm. Sollte sich dazu entschieden werden, das Ergebnis dieser Arbeit auf der Werft weiter zu verfolgen, sollte das MATLAB Programm in ein Werft-Standardprogramm überführt werden. Sowohl bei dem MATLAB-Programm, als auch bei der Übersicht handelt es sich nur um einen Prototypen.

Das analysierte Optimierungspotential des fehlenden Sachstandes über den Baufortschritt wurde aufgrund des Umfangs der Arbeit bei der Ausarbeitung der Übersicht nicht weiterverfolgt. Der Sachstand könnte später in das Modul „Baugruppenkomponenten“ eingearbeitet werden. Eine Idee hierzu wäre, eine weitere Spalte einzufügen, in der gewählt werden kann zwischen „nicht montiert“, „teilweise montiert“ und „vollständig montiert“. Wobei „vollständig montiert“ bedeutet, dass die Komponente montiert ist und alle zugehörigen Einspeisung funktionsfähig sind. Die Voraussetzung den Sachstand pflegen zu können, wäre, dass auch die UANs auf die Übersicht zugreifen können und den Sachstand bearbeiten.

Eine weite mögliche Optimierung wäre, in der Übersicht die Dokumente und Prüfspezifikationen direkt zu hinterlegen, sodass diese aus der Übersicht heraus im PDF-Format zu öffnen sind. Wird die Übersicht in Zukunft in das PS-System übernommen, oder direkt aus diesem abgeleitet, so sollte das Einbinden der Dokumente kein Problem sein. In dem Ergebnis der Arbeit war das Einbinden der Dokumente nicht möglich, da eine Vielzahl an Dokumenten einer Geheimhaltung unterstellt sind.

Insgesamt bietet die Übersicht ein hohes Potenzial, die Terminplanung und die Durchführungsplanung der Inbetriebnahme zu optimieren und effizienter zu gestalten.

7 Zusammenfassung und Fazit

Diese Arbeit beschäftigt sich mit dem Thema der effizienten Planung der Inbetriebnahme von Schiffsbetriebssystemen. Es lässt sich feststellen, dass es auf der Werft Blohm+Voss B.V. & Co.KG ein Optimierungspotenzial der Inbetriebnahmeplanung gibt. Es wurde eine modulare systemtechnische Übersicht erarbeitet, aus der sowohl der Terminplaner als auch der Inbetriebnehmer nützliche Informationen erhalten können.

Dem Terminplaner wird in einem Modul eine Matrix aller Abhängigkeiten zwischen verschiedenen Inbetriebnahmen bereitgestellt. Anhand dieser kann er in Zukunft die Inbetriebnahmetermine planen, ohne dass es zu negativen Verkettungen während der Inbetriebnahme kommt. Zudem werden dem Planer in dem Modul „Komponenten“ Informationen darüber bereitgestellt, welche Fertigungsschritte zum Beginn der Inbetriebnahme abgeschlossen sein müssen.

Dem Inbetriebnehmer werden in den Modulen „Prüfspezifikationen“ und „Dokumente“ Informationen über die Durchführung der Inbetriebnahme und des Funktionsnachweises bereitgestellt. Diese dienen dem effizienteren und zeitsparenderen Planen der Inbetriebnahmedurchführung.

Durch die in der Übersicht bereitgestellten Informationen für den Planer und den Inbetriebnehmer kann der hohe Zeitaufwand für die Kommunikation dieser Abteilungen verringert werden. Die Kommunikation darf allerdings nicht vollständig verloren gehen, da es im Schiffbau immer wieder zu individuellen Problemen kommt, welche individuell behandelt werden müssen und nicht anhand der Übersicht abgefertigt werden können.

Die Übersicht ist auf die Werft Blohm+Voss abgestimmt und lässt sich mit dem dort durch das PS-System zur Verfügung stehende Material befüllen. Wird die Gesamtstruktur der Übersicht durch die IT-Abteilung in ein bestehendes System der Werft integriert, wird die Übersicht einen Mehrwert in der Planung bringen. Wird die Übersicht in ein bestehendes System integriert, sollten des Weiteren die Idee zum Sachstand über den Baufortschritt und dem Hinterlegen von Dokumenten aus dem Kapitel 6 weiterverfolgt werden.

Glossar

Teilprozess	Ist ein Glied eines darüber liegenden Prozesses
Gesamtprozess	Gesamtheit der aufeinander wirkenden Teilprozesse
Abnahme	rechtsverbindliche Bestätigung erbrachter Leistung nach Vertrag
Anlage	Komponenten und deren funktionstechnischen Verbindungen, die zur Durchführung eines Verfahrens notwendigen Komponenten
Komponente	Ist ein Bestandteil einer größeren funktionstechnischen Einheit/ Bestandteil einer Anlage
Lüftungsplan	Es werden Lüfter, Klimageräte, Luftkühlgeräte und Erhitzer, sowie die Leitungen zwischen diesen Komponenten dargestellt
Gesamtanlage	Anlage, deren Verfahren sich aus mehreren einzelnen Verfahren von Teilanlagen zusammensetzt
Teilanlage	Anlage, die ein Verfahren durchführt, welches ein Teil des Verfahrens der Gesamtanlage ist
Restpunkte	Ein bei Abnahme offen gebliebener Punkt, welcher zu einem späteren Zeitpunkt einer erneuten Abnahme unterliegen muss
Betriebsbereitschaft	Nutzfunktion einer Anlage ist deaktiviert, kann aber zu jedem Zeitpunkt ohne hohen zeitlichen und stark Kosten verursachenden Aufwand aktiviert werden
Probetrieb	Betrieb einer Anlage, während dem die Anlage optimiert wird, sodass vertraglich vereinbarte Leistungsparameter erreicht werden

Werft	Betrieb, der Bau und Reparatur von Schiffen durchführt
Marine	Streitkräfte eines Staates für den Seekrieg
Optimierung	Ein nicht idealer Zustand wird durch Maßnahmen verbessert
Inbetriebnahmeplanung	Darstellen des Soll-Verlaufes der Inbetriebnahme
Inbetriebnahme	Überführen einer Anlage aus dem Ruhezustand in den Betriebszustand
Prozess	Gesamtheit von Vorgängen, welche aufeinander einwirken und ein Ergebnis erzielen
K 130 (Klasse 130)	Ist eine Kriegsschiffklasse der deutschen Marine, diese Schiffen werden "Korvetten" genannt
Systemnummer	Eine nur einmalig vergebene Nummer für das eindeutige Kennzeichnen eines Objektes
Montage	nach VDI 2860 die Gesamtheit aller Vorgänge für den Zusammenbau von Körpern mit geometrisch bestimmter Form
Bauunterlagen	Alle für den Bau eines Projektes notwendigen Unterlagen, dazu gehören zum Beispiel, Zeichnungen, Prüfdokumente und Bauvorschriften
Projektmanagement	Das Planen, Steuern und Kontrollieren von Projekten
Meilenstein	Überprüfbare Zwischenziele eines Projektes. Dienen der Planung und Kontrolle eines Projektes. Zudem sind diese bei großen Projekten häufig mit ersten Zahlungen des Kunden verbunden.
Störung	Unerwünschte Beeinträchtigung, die eine Fehlfunktion hervorrufen kann

Luftmengenmessung	Messen der in einen Raum oder eine Abteilung strömenden Luftmenge. Gemessen wird in der Einheit Kubikmeter pro Stunde [m ³ /h]
Liquidität	Die Zahlungsfähigkeit eines Käufers oder Investors
Quelltext	Ein in einer Programmiersprache geschriebener Text, auch Quellcode genannt

Quellverzeichnis

Literaturverzeichnis

- [Gün01] Thomas Günther |
Baustellenmanagement im Anlagenbau - Von der Planung bis zur
Fertigstellung |
1. Auflage, 2015 |
Springer
- [Hei01] Prof. Dr. I. Heinemann | Prozessmanagement an der HAW Hamburg |
09 Fertigungssysteme
Folie 6, Abruf 2022-06-20
- [Kop01] Prof. Dr.-Ing. Frank Koppenhagen |
Skript zur Vorlesung an der HAW Hamburg: Entwicklungs- und
Konstruktionsmanagement |
Stand Wintersemester 2021/2022
- [Mül01] Peter Müller |
Einstieg in HTML und CSS |
2. Auflage, 2022 |
Rheinwerk Computing
- [Pfa01] Manfred Pfaff |
Schiffbetriebstechnik - Nachschlagewerk und Ratgeber |
2017 |
Springer
- [Web01] Klaus H. Weber |
Inbetriebnahme verfahrenstechnischer Anlagen - Praxishandbuch mit
Checklisten und Beispielen |
4. Auflage, 2016 |
Springer
- [Wer01] Werner Zimmer-Henrich |
Projektmanagement |
5. Auflage, 2015 |
Friedrich Ebert Stiftung
- [VDIB01] VDI Berichte 831- Inbetriebnahme komplexer Maschinen und Anlagen |
Tagung Frankfurt, 28. Juni 1990 |
VDI Verlag

Verzeichnis genutzter Internetquellen

- [Anf01] Anforderungsanalyse |
<https://www.microtech.de/blog/anforderungsanalyse/> |
Stand: 12.01.2023; 9:41

- [DSM 01] Design Struktur Matrix |
<https://www.grin.com/document/150352> |
Stand: 02.02.2023; 8:40
- [DSM02] Vassilis S. Moustakis – Design Structure Matrix |
https://www.researchgate.net/figure/An-example-of-a-Design-Structure-Matrix_fig2_4131294 |
Stand: 02.02.2023; 8:46 |
- [Gan01] Gantt Diagramm |
<https://www.gantt.com/ge/> |
Stand: 12.12.2022; 8:10
- [Iba01] ibau – Arbeitsgemeinschaft |
<https://www.ibau.de/akademie/glossar/arbeitsgemeinschaft-arge/> |
Stand: 28.11.2022; 12:45
- [Lev01] Levelplanung |
<https://www.ak-online.de/de/2012/12/Die-hierarchische-planung/> |
Stand: 05.01.2023; 9:06
- [Mar01] Rüstungsbericht K130 |
<https://marineforum.online/14-ruestungsbericht-k-130-f-125-im-fokus/> |
Stand: 01.12.2022; 7:23
- [Org01] Funktionale Organisation |
<https://studyflix.de/wirtschaft/funktionale-organisation-1347> |
Stand: 25.01.2023; 8:08
- [Pro01] Projektmagazin – SIPOC Analyse |
[https://www.projektmagazin.de/methoden/sipoc-analyse-beispiel#:~:text=Die%20SIPOC%2DMethode%20\(Supplier%2C,f%C3%BCnf%20bis%20sieben%20Schritte%20unterteilt](https://www.projektmagazin.de/methoden/sipoc-analyse-beispiel#:~:text=Die%20SIPOC%2DMethode%20(Supplier%2C,f%C3%BCnf%20bis%20sieben%20Schritte%20unterteilt) |
Stand: 28.11.2022; 12:43
- [SIP01] Marcel Zeller – SIPOC-Methode |
<https://blog.hubspot.de/sales/sipoc> |
Stand 28.11.2022; 12:49 |
- [Sys01] System Definition |
<https://www.dwds.de/wb/System> |
Stand: 25.01.2023; 8:45
- [Umf01] Umfrageerstellung |
<https://www.surveymonkey.de/mp/how-to-create-surveys/> |
Stand: 09.01.2023; 6:09

Anhang



Anhang 1: Ausschnitt des Marine Baugruppenverzeichnis

Es folgt ein Ausschnitt des Marine Baugruppenverzeichnis. Das vollständige Dokument darf auf Grund von Waffenanteilen nicht dargestellt werden.

1070	ZEICHNUNGEN GESAMTPLÄNE (BAU UND ABLIEFERUNG)	4410	SONDERFEUERLÖSCHANLAGEN
1071	GENERALPLAN	4412	LUFTSCHAUM-FEUERLÖSCHANL.(MITTELSCHA
1072	STAHLPLAN	4413	TROCKENPULVER-FEUERLÖSCHANLAGE
1075	SEKTIONSPLAN	4415	FEUERLÖSCHANL. FÜR DEN KÜCHENBEREICH
1090	KLASSIFIKATIONS-RELEVANTE KONSTRUKTIONSDetails	4422	CO2-FEUERLÖSCHANLAGE
1100	RUMPFSEKTIONEN SCHNEIDEN UND RICHTEN	4430	SEEWASSER-FEUERL.-U. SPRUEHANLAGEN
1125	SCHLINGERKIEL	4431	FEUERLÖSCHPUMPENAGGREGAT
1126	SCHEUERLEISTE	4438	ROHRLEITUNGEN UND ARMATUREN (für Seewasser-Feuerlöschanlagen)
1128	WELLENBRECHER	4488	ROHRLEITUNGEN UND ARMATUREN (für Feuerl., Sprüh- und Beries.- Wasserläufe)
1190	FUNDAMENTE VORSCHIFF AB SPT. 43.2	4500	SANITÄREINRICHTUNGEN (VGL. BGR 175X)
1190	FUNDAMENTE HINTERSCHIFF BIS SPT. 43.2 AB H-DECK	4520	FRISCHWASSEREINRICHTUNG
1190	FUNDAMENTE HINTERSCHIFF BIS SPT. 43.2 BIS H-DECK	4528	ROHRLEITUNGEN UND ARMATUREN (für Frischwassereinrichtungen)
1200	BAU METALLISCHER AUFBAUTEN	4530	ABWASSEREINRICHTUNG
1260	MASTMODUL	4531	ABWASSERAUFBEREITUNGSANLAGE
1500	UNTEBAU FUEHRUNGS-FEUERL.-WAFFEN USW (SYSTEMÜBERSCHRIFT)	4534	ABWASSERDESINFEKTION
1510	UNTERBAUTEN, PLATTFORMEN UND EINRICHTUNGEN HBA 5	4550	ABORT- UND URINALEINRICHTUNG
1530	UNTERBAUTEN, PLATTFORMEN UND EINRICHTUNGEN HBA 7	4568	ROHRLEITUNG UND ARMATUREN (für Abfluss- und Speigatteinrichtungen)
1534	SELBSTVERSENKUNG / ANSPRENGPLAN	4581	KÜCHENABFALLENTSORGUNG SANLAGE
1534	BELADEPDESTVERSAGERENTLADUNG/MUNITIONSSTAUUNG	4600	LUEFTUNGSTECHNISCHEANL. INKL.HEIZK.
1540	UNTERBAUTEN PLATTFORMEN UND EINRICHTUNGEN FÜR FK UND RAKETENWERFER	4623	WASSERABSCHIEDENDE GERÄTE
1544	SMG STAUUNG	4647	SCHUTZLUFTGERÄTE
1570	BETTUNGSMESSUNGEN/ REP-MOD FUSSBODENSYSYSTEM	4660	LUFTHEIZANLAGEN
1581	DECKSBUCHSEN FUER MINENSCHIENEN	4664	ROHRL TG U. ARMAT. F.HEIZANLAGEN
1594	PANZERUNG DES SCHIFFSKÖRPERS	4665	KESSELANLAGE
1600	PRÜFSPEZIFIKATION AU SRÜSTUNG	4671	KLIMAGERÄT
1611	WASSERDICHTTE TUEREN	4681	LUFTKÜHLGERÄT
1611	GASDICHTTE TUEREN	4700	KÄL TEANLAGEN F. KÜHLEINRICHTUNGEN
1612	WASSERDICHTTE LUKEN	4710	KÄL TEANLAGEN FUER PROVIANTKUEHLUNG
1616	HECK PFORTE	4715	KÄL TEMITTELEITUNG UND ARMATUREN
1617	MANNLOCHVERSCHLUESSE	4740	KÄL TEANLAGE FÜR SONSTIGE ZWECKE

Anhang 2: Funktionsnachweis Lüftungstechnische Anlage

Es folgen einige Ausschnitte des Funktionsnachweises Lüftungstechnische Anlage. Alle für die Arbeit notwendigen Abschnitte des Funktionsnachweises werden in den Ausschnitten dargestellt. Das vollständige Dokument kann auf Grund der Größe nicht dargestellt werden (Umfang von 21 Seiten).

			
Prüfspezifikation/Prüfprotokoll Test specification/test protocol		Seite/page 12 von 59	Stand/state 03
für/of Dok/Nr. ARGE K130		vom/dated 18.10.2021	
4600 Q 60.00 - Lüftungstechnische Anlage: Leistungsnachweis		Prüfstufe/type FN Funktionsnachweis	ARGE Auftrags-Nr./order no. 13751- Boot 6

6. Auflistung zugeh. Datenblätter/Detailbeschreibungen /
list of corresp. data sheets/detail descriptions

Nr. no.	Dokument- /Zeichnungsname / document name	Dok.-/ Zeichnungsnummer dokument no.	Stand rev.
--	--	--	--

Die Leistungsmessung soll nachweisen, dass die vertraglichen Leistungen und Funktionen der gesamten Lüftungsanlage erbracht wurden. Bedingung für den Kühlnachweis ist, dass entsprechend dem Gleichzeitigkeitsfaktor Wärmequellen eingeschaltet sind, insbesondere in den Schalttafel- und Elektronikräumen, Schiffsführungsständen und Maschinenräumen, sowie die Wohnräume entsprechend Belegungsplan besetzt sind.

Die Prüfungen erfolgen mit sauberen Staubfiltern.

Leistungsnachweise: Folgende Leistungen/Funktionen sollen nachgewiesen und paraphiert werden.

Hafenbetrieb

- Luftmengenmessung des Zitadellenbereiches im Verschlusszustand für alle Räume (5 hPa Zitadellenüberdruck)
- Luftmengenmessung der Zu- und Ab-/Fortluftanlagen für Räume außerhalb der Zitadelle
- Stromaufnahme der E-Verbraucher (Antriebsmotore der Lüfteraggregate)
- Luftströmungsmessung in Wohn-, Arbeits- und Aufenthaltsbereichen
- Überdruckmessung der Gesamtzitadelle und der einzelnen zwei Schiffssicherungsbereiche
- Lufttemperatur- und Luftfeuchtemessung in Räumen bei niedrigen Außentemperaturen (Alle wärmeabgebenden Geräte abgeschaltet, ausgenommen die Lüftungstechnische Anlage (nur im Hafenbetrieb möglich))

Seebetrieb

Die Korvette 130 wird während des Leistungsnachweises unter Verschlusszustand (5 mbar Zitadellenüberdruck und Maschinenbetrieb) gefahren.

- CO₂ - Messungen in Räumen entsprechend Belegungsplan und Gleichzeitigkeitsfaktor
- Gaskonzentrationsmessungen in den einzelnen Maschinenräumen bei Dauerlastbetrieb und Verschlusszustand
- Überdruckmessung der Gesamtzitadelle und der einzelnen zwei Schiffssicherungsbereiche unter Maschinenbetrieb im Kriegsmarschverschlusszustand
- Lufttemperaturmessung in Räumen bei hohen Außentemperaturen unter Maschinen- und Gerätebetrieb (nur im Seebetrieb möglich) entsprechend Gleichzeitigkeitssfaktor sowie Belegung gemäß Belegungsplan

Benutzungsrecht vorbehalten nach VG 95 004 beachten.
 This sheet is the property of ARGE K 130 BERLIN, Germany.
 Reproduction, utilization or disclosure to third parties, in any form whatsoever.

*nicht Zutreffendes streichen / delete where inapplicable

Prüfspezifikation/Prüfprotokoll
Test specification/test protocol

Seite/page 16 von 59
Stand/state 03

vom/dated
18.10.2021

für/of Dok/Nr. ARGE K130
**4600 Q 60.00 - Lüftungstechnische Anlage:
Leistungsnachweis**

Prüfstufe/type
FN Funktionsnachweis

ARGE Auftrags-Nr./order no.
13751- Boot 6

9. Prüfprotokolle / test protocols

Ifd.Nr. run. no.	Prüfmerkmal/characteristic of test Prüfverfahren/method of test	Sollwert/ reg. value	Toleranz/ tolerance	Istwert/ act. value	Datum/ date	Unterschrift signature									
						Vertr. AN	öAG*	DNV*							
Funktionsnachweis im Hafen															
1.0	Allgemeine Prüfpunkte	---	---	---	---	---	---	---	---						
1.01	Prüfunterlagen liegen vor und sind gültig <i>Sichtprüfung/Änderungsstand unter 5.1 eintragen</i>	---	---	---					---						
1.02	Vorangegangene Prüfungen gem. PdL-ST sind erfolgreich durchgeführt. Prüfprotokolle der I+I-Prüfungen liegen vor <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Syst.-Nr. gem. PdL</th> <th>Benennung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4600.1000</td> <td>Lüftungstechnische Anlage: I+I Prüfung (4600 Q 31.00)</td> </tr> <tr> <td>4665.1007</td> <td>Heizungseinrichtung (4665 Q 30.00)</td> </tr> </tbody> </table> <i>Sichtprüfung / Vorlage Prüfprotokoll</i>	Syst.-Nr. gem. PdL	Benennung	4600.1000	Lüftungstechnische Anlage: I+I Prüfung (4600 Q 31.00)	4665.1007	Heizungseinrichtung (4665 Q 30.00)	---	---	---					---
Syst.-Nr. gem. PdL	Benennung														
4600.1000	Lüftungstechnische Anlage: I+I Prüfung (4600 Q 31.00)														
4665.1007	Heizungseinrichtung (4665 Q 30.00)														
1.03	Übrige Versorgungsanlagen - Kaltwasser - Seewasser - Warmwasser - E-Versorgung sind soweit erforderlich betriebsbereit. <i>Sichtprüfung</i>	---	---	---					---						
1.04	Lüftungstechnische Anlagen betriebsbereit und durch AN entsprechend Luftmengen und Luftverteilungsplan einjustiert <i>Anmeldung durch QS/Vorlage von Prüfprotokollen</i>	---	---	---					---						
1.05	IMCS betriebsbereit <i>Bestätigung durch QS</i>	---	---	---					---						

Benutzungsrecht vorbehalten nach VIG 015 004 beachten.
 This sheet is the property of ARGE K130 Bremen, Germany.
 Reproduction, utilization or disclosure to third parties, in any form whatsoever, is prohibited.

*nicht Zutreffendes streichen / delete where inapplicable

Prüfspezifikation/Prüfprotokoll
Test specification/test protocol

Seite/page 17 von 59
Stand/state 03

vom/dated
18.10.2021

für/of Dok/Nr. ARGE K130
**4600 Q 60.00 - Lüftungstechnische Anlage:
Leistungsnachweis**

Prüfstufe/type
FN Funktionsnachweis

ARGE Auftrags-Nr./order no.
13751- Boot 6

Benutzungsrechtsverweis nach Vg 95 004 beachten.
This sheet is the property of ARGE K 130 Bremen, Germany.
Reproduction, utilization or disclosure to third parties, in any form
whatsoever.

Ifd.Nr. run. no.	Prüfmerkmal/characteristic of test Prüfverfahren/method of test	Sollwert/ reg. value	Toleranz/ tolerance	Istwert/ act. value	Datum/ date	Unterschrift signature		
						Vertr. AN	öAG*	DNV*
2.0	Spezifische Prüfpunkte	---	---	---	---	---	---	---
2.01	Verschlusszustand hergestellt, Überdruck vorhanden DSK Anlage - Zitadelle: - Maschinerraum: - Schallkapsel: <i>Sichtprüfung anhand der installierten Messgeräte</i> <i>Abgleich anhand der installierten Messgeräte</i>	5,0 mbar 70-100 Pa 50-100 Pa	±0,3mbar	---				---
2.02	Müllageraum VI H 0 Eine Druckdifferenz (Gefälle) gegenüber der Zitadelle muss sich einstellen. <i>Sichtprüfung mit Prüfröhrchen</i>	n.d.	---	---				---
2.03	Bedienungs- und Überwachungsanlage betriebsbereit <i>Sichtprüfung</i>	---	---	---				---
2.04	Messen der Außenluftzustände - Temperatur - rel. Feuchte - Luftdruck <i>Messen (Eintragung der Werte in den Protokollen Kap. 10.1)</i>	---	---	---				---

*nicht Zutreffendes streichen / delete where inapplicable

Prüfspezifikation/Prüfprotokoll
Test specification/test protocol

Seite/page 24 von 59
Stand/state 03

vom/dated
18.10.2021

für/of Dok/Nr. ARGE K130
**4600 Q 60.00 - Lüftungstechnische Anlage:
Leistungsnachweis**

Prüfstufe/type
FN Funktionsnachweis

ARGE Auftrags-Nr./order no.
13751- Boot 6

10. Anhang / annex

10.1. Messprotokolle gem. Leistungstabelle

Benutzungsrecht vorbehalten nach Vg 05 004 beachten.
 This sheet is the property of ARGE K130 Bremen, Germany.
 Reproduction, utilization or disclosure to third parties, in any form
 whatsoever, is prohibited.

Gerätenr.: 4653 001A 001		Schutzluftmenge (m3/h)				Außentemp. (°C):							
Bezeichnung: LK I 1		Soll:		Ist:		rel. Außenfeuchte (%):							
Ifd. Nr. Leist.tabelle: 1		50				Luftdruck (mbar):							
Gerätetyp	ACU-H I	Leistung Lüfter (kW)		-									
Typ E-Motor	GR31C	Leistung E-Motor (kW)		3,80									
Drehz. Motor (1/min)	4240	Strom nom. (A)		6,00									
Drehz. Lüfter (1/min)	-	Strom L1 (A)											
Luftmenge (m3/h)	1820	Strom L2 (A)											
Ext. Stat. Druck (Pa)	880	Strom L3 (A)											
Meßort	Zuluft (m³/h)		Abluft (m³/h)		Raumtemp. (°C)		Raumfeuchte Soll 30-70 %		Luftgeschw. (m/s)		CO2 (Vol.%)		Personen x Belegungs-faktor
	Soll	Ist	Soll	Ist	Soll	Ist	Soll	Ist	Soll	Ist	Max	Ist	
I Z 1	910		-		5-45						0,5		3x1=3
I Z 2	910		-		5-45						0,5		3x1=3
Summe:		1820	Bemerkungen:										

Gerätenr.: 4653 002A 001		Schutzluft- / Frischluftmenge(m3/h)				Außentemp. (°C):							
Bezeichnung: LK II 1		Soll:		Ist:		rel. Außenfeuchte (%):							
Ifd. Nr. Leist.tabelle: 3		33 / 150				Luftdruck (mbar):							
Gerätetyp	ACU-V I	Leistung Lüfter (kW)		-									
Typ E-Motor	GR31C	Leistung E-Motor (kW)		3,80									
Drehz. Motor (1/min)	4240	Strom nom. (A)		6,00									
Drehz. Lüfter (1/min)	-	Strom L1 (A)											
Luftmenge (m3/h)	1400	Strom L2 (A)											
Ext. Stat. Druck (Pa)	520	Strom L3 (A)											
Meßort	Zuluft (m³/h)		Abluft (m³/h)		Raumtemp. (°C)		Raumfeuchte Soll 30-70 %		Luftgeschw. (m/s)		CO2 (Vol.%)		Personen x Belegungs-faktor
	Soll	Ist	Soll	Ist	Soll	Ist	Soll	Ist	Soll	Ist	Max	Ist	
II Z 0	1400		-		21-28						0,5		3x1=3
											0,25		6x1=6
Summe:		1400	Bemerkungen:										

*nicht Zutreffendes streichen / delete where inapplicable

N.V.V.L

BLOHM + VOSS

Übersicht der Baugruppen - Projekt 2. Los K130

Info

Diese Übersicht dient zur Informationsdarstellung über die Baugruppen in dem Projekt 2. Los K130

In dem Reiter Komponenten sind alle der Baugruppe zugehörigen Komponenten gelistet.

Den Komponenten sind Informationen über Kabel und Rohranschlüsse beigelegt.

Zudem sind die Komponenten nach Relevanz für das Gesamtsystem priorisiert.

Unter dem Reiter Dokumente sind alle zur Baugruppe gehörigen Dokumentennamen hinterlegt.

Unter dem Reiter Prüf spezifikationen sind die zur der Baugruppe gehörigen Dokumenten Namen der Prüf spezifikationen hinterlegt.

Zudem sind Informationen über Anforderungen während der Durchführung der Prüf punkte hinterlegt.

Matrix der Abhängigkeiten bei Inbetriebnahme und Abgabe

Baugruppe	Baugruppenname	Komponenten	Prüf spezifikationen	Dokumente
1100	Rumpfsktion schneiden und richten	Komponenten und Priorisierung	Prüf spezifikationen und Anforderungen	Dokumente
1200	Bau metallischer Aufbauten	Komponenten und Priorisierung	Prüf spezifikationen und Anforderungen	Dokumente
1700	Einrichtung für Besatzungsräume	Komponenten und Priorisierung	Prüf spezifikationen und Anforderungen	Dokumente
1800	Einrichtung für Schiffsicherung, Schiffsführung, Betriebsräume und Stauräume	Komponenten und Priorisierung	Prüf spezifikationen und Anforderungen	Dokumente
1900	Materialschutz	Komponenten und Priorisierung	Prüf spezifikationen und Anforderungen	Dokumente
2000	Passrohre	Komponenten und Priorisierung	Prüf spezifikationen und Anforderungen	Dokumente
2100	Dieselmotorenanlage	Komponenten und Priorisierung	Prüf spezifikationen und Anforderungen	Dokumente
2500	Leistungsübertragungsanlage	Komponenten und Priorisierung	Prüf spezifikationen und Anforderungen	Dokumente
2600	Schiffsvorriehsanlage	Komponenten und Priorisierung	Prüf spezifikationen und Anforderungen	Dokumente
2700	Anlassleinrichtung	Komponenten und Priorisierung	Prüf spezifikationen und Anforderungen	Dokumente
2800	Einrichtung für Lagerung und Transport von Betriebsstoffen	Komponenten und Priorisierung	Prüf spezifikationen und Anforderungen	Dokumente
3100	Stromversorgung	Komponenten und Priorisierung	Prüf spezifikationen und Anforderungen	Dokumente
3200	E- Aggregatalagen	Komponenten und Priorisierung	Prüf spezifikationen und Anforderungen	Dokumente
3300	Schallanlagen Schal- und Messgeräte	Komponenten und Priorisierung	Prüf spezifikationen und Anforderungen	Dokumente
3400	Kabelanlage	Komponenten und Priorisierung	Prüf spezifikationen und Anforderungen	Dokumente
3500	Bereuchungsanlage Positionslaternen und Signallichter	Komponenten und Priorisierung	Prüf spezifikationen und Anforderungen	Dokumente
3600	Nichtintegrierte Automatisierungsanlage	Komponenten und Priorisierung	Prüf spezifikationen und Anforderungen	Dokumente

Anhang 4: Modul Baugruppenkomponenten

Es wird ein Ausschnitt des Moduls "Baugruppenkomponenten" der Baugruppe 4600 dargestellt.

Das vollständige Modul ist im elektronischen Anhang über die Übersicht zu erreichen.

		Baugruppe 4600 - Lüftungstechnische Anlagen inkl. Heizkörper									
		Hauptkomponenten Lüftungstechnische Anlage									
Bg.Nr.	Artikelnummer	Kategorie	Artikelname [DE]	Leckwanne	Rohr	Fundament	Kabelanschluss	Kabelkennung	Raumnummer		
4647	7293D030	1	Lufttrittsmodul LEM mit E-Erhitzer	nein	Lüfterkanal	Fundament	ja	Schiffskabel	VI B 4		
4647	7293D031	1	Lufttrittsmodul LEM mit E-Erhitzer	nein	Lüfterkanal	nein	ja	Schiffskabel	X B 5		
4647	7293D028	1	Schutzluftmodul SLM 3600	nein	Lüfterkanal	Fundament	ja	Schiffskabel	X B 5		
4647	7293D029	1	Schutzluftlueter (Sch Lue X 1)	nein	Lüfterkanal	Fundament	nein	-	X H 1		
4647	7293D026	1	Schutzluftmodul SLM 3600	nein	Lüfterkanal	Fundament	ja	Schiffskabel	VI B 4		
4647	7293D027	1	Schutzluftlueter (Sch Lue IV 7)	nein	Lüfterkanal	Fundament	nein	-	IV Z 2		
4681	7293D482	1	Luftergruppe IV 5	nein	nein	Fundament	ja	Schiffskabel	IV S 0		
4681	7293D483	1	Luftergruppe X H	nein	nein	Fundament	ja	Schiffskabel	IX H 6		
4671	7293D214		Klimageraet (KLI VII 1)	nein	Warmwasser Kaltwasser Kondesat	Fundament	nein	-	VII H 0		
4671	7293D214	1	Klimageraet (KLI VII 1)	nein	Warmwasser Kaltwasser Kondesat	Fundament	nein	-	VII H 0		
4671	7293D215	1	Klimageraet (KLI VIII 1)	nein	Warmwasser Kaltwasser Kondesat	nein	nein	-	VIII Z 2		
4671	7293D212	1	Klimageraet (KLI IV 2)	nein	Warmwasser Kaltwasser Kondesat	Fundament	nein	-	IV Z 2		
4671	7293D212	1	Klimageraet (KLI IV 2)	nein	Warmwasser Kaltwasser Kondesat	Fundament	nein	-	IV Z 2		
4671	7293D213	1	Klimageraet (KLI IV 1)	nein	Warmwasser Kaltwasser Kondesat	Fundament	nein	-	IV Z 2		

N.V.L

B L O H M + V O S S

Anhang 5: Modul Prüfspezifikationen

Es wird ein Ausschnitt des Moduls "Prüfspezifikationen" der Baugruppe 4600 dargestellt. Das vollständige Modul ist im elektronischen Anhang über die Übersicht zu erreichen

4600-Q-600 - Leistungsnachweis Lüftungstechnische Anlagen		Benötigte Hilfsmittel
Zur Abgabe Fertiggestellt	Voraussetzungen	
I+I Prüfung 4600-Q-300 abgeschlossen		
Kaltwasser, Warmwasser, Seewasser, Druckluft betriebsbereit		
Lüftungstechnische Anlage betriebsbereit		
IMCS betriebsbereit - Bestätigung durch QS		
Vorprüfung Luftmengenmessung liegt vor		
Hafenanteil		
Luftmengenmessung des Zitadellenbereichs	Zitadellenbetrieb	Luftmengenmessgeräte
Luftmengenmessung außerhalb der Zitadelle		Luftmengenmessgeräte
Stromaufnahme der E-Verbraucher		Stromzange
Luftströmungsmessungen	Zitadellenbetrieb	Luftmessgeräte
Überdruckmessung der Gesamtzitadelle und einzelner Schiffssicherungsbereiche	Zitadellenbetrieb	Luftmessgeräte
Lufttemperatur- und Luftfeuchtemessung gemäß Belegungsplan	niedrige Außentemperaturen alle Wärmeabgebenden Geräte abgeschaltet	Luftmessgeräte Personen, Anzahl gemäß Belegungsplan
Seeanteil		
CO2-Messungen in Räumen entsprechend Belegungsplan	Zitadellenbetrieb Maschinenbetrieb	CO2-Messgerät Personen, Anzahl gemäß Belegungsplan
Gaskonzentrationsmessungen in Maschinenräumen	Zitadellenbetrieb Dauerbetrieb	Messgerät zum erfassen der Gaskonzentration
Überdruckmessung Gesamtzitadelle und Schiffssicherungsbereiche	Verschlusszustand Zitadellenbetrieb Maschinenbetrieb Kriegsmarschverschlusszustand	IMCS Überdruck Anzeige VorOrt Überdruckanzeige
Lufttemperaturmessung gemäß Belegungsplan	Zitadellenbetrieb hohe Außentemperaturen Maschinenbetrieb	Personen, Anzahl gemäß Belegungsplan

Anhang 6: Modul der Matrix der Abhängigkeiten

Es wird ein Ausschnitt des Moduls "Matrix der Abhängigkeiten" dargestellt.

Das vollständige Modul ist im elektronischen Anhang über die Übersicht zu erreichen

Matrix der Abhängigkeiten bei Inbetriebnahme und Abgabe												
	Strom	Zitadelle	Schmieröl	Abgas	Frischkühlwasser	Kraftstoff	Warmwasser	Seekühlwasser	Anlass-/ Steuer-/ Arbeitsluft	IMCS	Verschlusszustand	Maschinenb
4600-Q-300-A5:U46 - Lüftungstechnische Anlagen I+II Prüfung	A	C	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Funktion der elektrischen einspeisung an Klappen	A	C	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Klimageräte; Luftkühlergeräte, Zulufter, Ablüfter, Umwälzfüter	A	C	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
4600-Q-600 - Leistungsnachweis Lüftungstechnische Anlagen - Hafenanenteil												
Luftmengenmessung des Zitadellenbereichs	A	A	B	B	B	B	A	A	B	B	A	B
Luftmengenmessung außerhalb der Zitadelle	A	A	B	B	B	B	A	A	B	B	A	B
Stromaufnahme der E-Verbraucher	A	A	B	B	B	B	A	A	B	B	A	B
Luftströmungsmessungen	A	A	B	B	B	B	A	A	B	B	A	B
Überdruckmessung der Gesamtzitadelle und einzelner Schiffssicherungsgebiete	A	A	B	B	B	B	A	A	B	B	A	B
Lufttemperatur- und Luftfeuchtemessung gemäß Belegungsplan	A	A	B	B	B	B	A	A	B	B	A	B
4600-Q-600 - Leistungsnachweis Lüftungstechnische Anlagen - Seeanteil												
CO2-Messungen in Räumen entsprechend Belegungsplan	A	A	B	A	B	B	A	A	B	B	A	A
Gaskonzentrationsmessungen in Maschinenräumen	A	A	B	A	B	B	A	A	B	B	A	A
Überdruckmessung Gesamtzitadelle und Schiffssicherungsgebiete	A	A	B	A	B	B	A	A	B	B	A	A
Lufttemperaturmessung gemäß Belegungsplan	A	A	B	A	B	B	A	A	B	B	A	A
4661-Q-100-000 Prüfspezifikation Elektrische Heizkörper												
Prüfen der Funktion und messen der Leistungsaufnahme	A	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
4710-Q-200-000 P.-Spez. Proviantskühlung												
Druckprobe	A	B	B	B	B	B	B	A	A	B	B	B

Anhang 7: Quelltext der Startseite

Der Quelltext ist im elektronischen Anhang in dem Ordner "Programm zu finden".

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="de">
<head>
  <meta charset="utf-8">
  <title>Übersicht Baugruppen Projekt K130</title>
</head>
<body style="font-family:arial">
  <h6 align="center"></h6>
  <h1 style="background-color: hsl(170,100%,60%); padding:15px" align="center" >Übersicht der Baugruppen - Projekt 2. Los K130</h1>
  <div style="background-color:hsl(170,100%,90%); border-top:2px hsl(170,100%,60%) solid; border-bottom:1px hsl(170,100%,60%) solid" align="center">
    <h2>Info</h2>
    <p>Diese Übersicht dient zur Informationsdarstellung über die Baugruppen in dem Projekt 2. Los K130</p>
    <p>In dem Reiter Komponenten sind alle der Baugruppe zugehörigen Komponenten gelistet.</p>
    <p>Den Komponenten sind Informationen über Kabel und Rohranschlüsse beigefügt.</p>
    <p>Zudem sind die Komponenten nach Relevanz für das Gesamtsystem priorisiert.</p>
    <p>Unter dem Reiter Dokumente sind alle zur Baugruppe gehörigen Dokumentennamen hinterlegt.</p>
    <p>Unter dem Reiter Prüfspezifikationen sind die zur der Baugruppe gehörigen Dokumenten Namen der Prüfspezifikationen hinterlegt.</p>
    <p>Zudem sind Informationen über Anforderungen während der Durchführung der Prüfpunkte hinterlegt.</p>
  </div>
  <div style="padding:10px"></div>
  <div style="background-color: hsl(170,100%,80%); padding:10px" align="center">
    <a href="matrixabhaengigkeiten.xlsx"><strong> Matrix der Abhängigkeiten bei Inbetriebnahme und Abgabe </strong></a>
  </div>
  <div style="padding:10px"></div>
```

```

<table align="center"> <!-- Bei neuem Projekt hier die Tabelle mit den Baugruppen und den zugehörigen Baugruppenbezeichnungen anpassen-->
<tr style="background-color: hsl(40,100%,60%)" align="center" >
<th width=100>
    Baugruppe
</th>
<th width=700>
    Baugruppenname
</th>
<th width=300>
    Komponenten
</th>
<th width=300>
    Prüfspezifikationen
</th>
<th width=300>
    Dokumente
</th>
</tr>
<tr style="background-color: hsl(40,100%,80%)" >
<td>
    1100
</td>
<td>
    Rumpfsektion schneiden und richten
</td>
<td>
    <a href="komponenten/komponenten1100.xlsx"> Komponenten und Priorisierung</a>
</td>
<td>
    <a href="pruefspezifikationen/psp1100.xlsx"> Prüfspezifikationen und Anforderungen </a>
</td>
<td>
    <a href="dokumente/dokument1100.xlsx"> Dokumente </a>
</td>
</tr>

```

Anhang 8: Matlab Programm

```
1  %% Bachelorarbeit
2  clc
3  clear all
4  close all
5
6  mkdir komponenten; %Erstellen Ordner Komponenten in geöffnetem Ordner
7  mkdir prüfspezifikationen; %Erstellen Ordner Prüfspezifikationen in geöffnetem Ordner
8  mkdir dokumente; %Erstellen Ordner Dokumente in geöffnetem Ordner
9
10
11 %% Erstellen HTML Skript bis zur Tabelle
12 z=input('Bitte Projektnamen eingeben:','s'); % Abfrage des Projektnamen für Integration in die Übersicht
13 fid1 = fopen('Übersicht.txt','w'); %Erstelen der Text-Datei
14 fid1 = fopen('Übersicht.txt','a'); %Öffnen der Text-Datei zum reinschreiben
15 fprintf(fid1,'<!DOCTYPE html>\n'); %Quelltext wird hinzugefügt
16 fprintf(fid1,'<html lang="de">\n');
17 fprintf(fid1,'<head>\n');
18 fprintf(fid1,'<meta charset="utf-8">\n');
19 fprintf(fid1,'<title>Übersicht Baugruppen %s </title>\n',z);
20 fprintf(fid1,'</head>\n');
21 fprintf(fid1,'<body style=" font-family:arial">\n');
22 fprintf(fid1,'<h6 align="center"></h6>\n');
23 fprintf(fid1,'<h1 style="background-color:#66FFCC; padding:15px" align="center" >Umlbersicht der Baugruppen - Projekt %s </h1>\n');
24 fprintf(fid1,'<div style="background-color:#99FFFF; border-top:2px #66FFCC solid; border-bottom:1px #66FFCC solid" align="center">\n');
25 fprintf(fid1,'<h2>Info</h2>\n');
26 fprintf(fid1,'<p>Diese Übersicht dient zur Informationsdarstellung über die Baugruppen in dem Projekt %s </p>\n',z);
27 fprintf(fid1,'<p>In dem Reiter Komponenten sind alle der Baugruppe zugehörigen Komponenten gelistet.</p>\n');
28 fprintf(fid1,'<p>Den Komponenten sind Informationen über Kabel und Rohranschlüsse beigefügt.</p>\n');
29 fprintf(fid1,'<p>Zudem sind die Komponenten nach Relevanz für das Gesamtsystem priorisiert.</p>\n');
30 fprintf(fid1,'<p>Unter dem Reiter Dokumente sind alle zur Baugruppe gehörigen Dokumentennamen hinterlegt.</p>\n');
31 fprintf(fid1,'<p>Unter dem Reiter Prüfspezifikationen sind die zur der Baugruppe gehörigen Dokumenten Namen der Prüfspezifikationen hinterlegt.</p>\n');
32 fprintf(fid1,'<p>Zudem sind Informationen über Anforderungen während der Durchführung der Prüfpunkte hinterlegt.</p>\n');
33 fprintf(fid1,'</div>\n');
34 fprintf(fid1,'<div style="padding:10px">\n');
35
36 fprintf(fid1,'<div style="background-color:#99FFFF ; padding:10px" align="center">\n');
37 fprintf(fid1,'<a href="matrixabhaengigkeiten.xlsx"><strong> Matrix der Abhängigkeiten bei Inbetriebnahme und Abgabe </strong></a>\n');
38 fprintf(fid1,'</div>\n');
39 fprintf(fid1,'<div style="padding:10px">\n');
40 fprintf(fid1,'<table align="center">\n'); %Start Tabelle
41 fprintf(fid1,'<tr style="background-color: #FFCC33" align="center" >\n'); %Erste Zeile der Tabelle wird erstellt
42 fprintf(fid1,'<th width=100>\n');
43 fprintf(fid1,'Baugruppe\n');
44 fprintf(fid1,'</th>\n');
45 fprintf(fid1,'<th width=700>\n');
46 fprintf(fid1,'Baugruppenname\n');
47 fprintf(fid1,'</th>\n');
48 fprintf(fid1,'<th width=300>\n');
49 fprintf(fid1,'Komponenten\n');
50 fprintf(fid1,'</th>\n');
51 fprintf(fid1,'<th width=300>\n');
52 fprintf(fid1,'Prüfspezifikationen\n');
53 fprintf(fid1,'</th>\n');
54 fprintf(fid1,'<th width=300>\n');
55 fprintf(fid1,'Dokumente\n');
56 fprintf(fid1,'</th>\n');
57 fprintf(fid1,'</tr>\n');
58
59 %% Befüllen der Tabelle im Quelltext und erstellen der Excel-Dateien zu den Baugruppen
60 x=1 ;
61 while (x>0)
62     x=input('Bitte Baugruppennummer eingeben, sollten bereits alle Baugruppen datiert sein bitte 0 eingeben:');
63
64     if x>0
```

```

65
66 y=input('Bitte Baugruppenname eingeben:', 's');
67 fprintf(fid1, '<tr style="background-color:#FFCC99">\n');
68 fprintf(fid1, '<td>\n');
69 fprintf(fid1, '%d\n', x);
70 fprintf(fid1, '</td>\n');
71 fprintf(fid1, '<td>\n');
72 fprintf(fid1, '%s\n', y);
73 fprintf(fid1, '</td>\n');
74 fprintf(fid1, '<td>\n');
75 fprintf(fid1, '<a href="komponenten/komponenten%d.xlsx"> Komponenten und Priorisierung</a>\n', x);
76 fprintf(fid1, '</td>\n');
77 fprintf(fid1, '<td>\n');
78 fprintf(fid1, '<a href="prüfspezifikationen/psp%d.xlsx"> Prüfspezifikationen und Anforderungen </a>\n', x);
79 fprintf(fid1, '</td>\n');
80 fprintf(fid1, '<td>\n');
81 fprintf(fid1, '<a href="dokumente/dokumente%d.xlsx"> Dokumente </a>\n', x);
82 fprintf(fid1, '</td>\n');
83 fprintf(fid1, '</tr>\n');
84
85 %% Kopieren der blanko Excel-Datei in die entsprechenden ordner
86 newname1='komponenten'+string(x)+''.xlsx'; %Namen der Excel-Datei festlegen (Modul+Baugruppe)
87 copyfile ('komponenten.xlsx', newname1); %Blanko ExcelDatei kopieren und mit Newname benennen
88 movefile (newname1, "komponenten"); %Excel-Datei in den entsprechenden Ordner verschieben
89
90 newname2='psp'+string(x)+''.xlsx'; %siehe newname1
91 copyfile ('prüfspezifikationen.xlsx', newname2);
92 movefile (newname2, "prüfspezifikationen");
93
94 newname3='dokumente'+string(x)+''.xlsx'; %siehe newname1
95 copyfile ('dokumente.xlsx', newname3);
96 movefile (newname3, "dokumente");
97 end
98 end
99
100 fprintf(fid1, '</table>\n');
101 fprintf(fid1, '</body>\n');
102 fprintf(fid1, '</html>\n');
103
104 fclose(fid1);
105 newname4='Übersicht.html';
106 copyfile('Übersicht.txt', newname4);
107
108

```

Ergebnis Umfrage 1

Fragenkatalog Planung der Inbetriebnahme

Frage 1

Wie bewertest du die **Kommunikation** zwischen Planern und Inbetriebnehmern in Bezug auf die Levels **Terminplanung der Inbetriebnahme** Tätigkeiten

- Ausreichend für eine effiziente Terminplanung, ich bin zufrieden mit der aus der Kommunikation resultierenden Planung
- Ich empfinde den Kommunikationsaufwand zu hoch, die Terminplanung könnte auch mit geringerem Kommunikationsaufwand effizient gestaltet werden
- Für eine effiziente Terminplanung wäre mehr Kommunikation notwendig und ich wäre bereit den Aufwand dafür zu betreiben
- Für eine effiziente Terminplanung wäre mehr Kommunikation notwendig, aber mir fehlt die Zeit dafür

Frage 2

Wie **zufrieden** bist du mit der **aktuellen Terminplanung** der Inbetriebnahme?

- Ich bin zufrieden
- Es ist gerade so ausreichend um die Inbetriebnahmen vorzubereiten mit erhöhtem Zeitaufwand. Die Terminplanung muss verbessert werden.
- Ich bin nicht zufrieden, die Inbetriebnahmen lassen sich mit der aktuellen Planung nicht vorbereiten. Die Terminplanung muss verbessert werden.

Frage 3

Wie **zufrieden** bist du mit der **Bereitstellung von Unterlagen und Informationen** zu den einzelnen Inbetriebnahmen?

- Ich bekomme immer alle Unterlagen und Informationen auf Anhieb aus den Firm internen IT-System gefiltert und weiß welche Punkte ich für die Inbetriebnahmen vorbereiten muss und auf welche Dinge ich vor und während der Inbetriebnahmen achten muss.
- Ich tue mich schwer alle nötigen Unterlagen und Informationen für meine Inbetriebnahmen aus den Firm internen IT-System zu filtern. Nach höherem Zeitaufwand bin ich aber gut vorbereitet und weiß welche Punkte ich für die Inbetriebnahmen vorbereiten muss und auf welche Dinge ich vor und während der Inbetriebnahmen achten muss.
- Ich bekomme Unterlagen und Informationen nicht im vornherein vollständig aus den Firm internen IT-System gefiltert, sodass die Vorbereitung der Inbetriebnahme sich schwer gestaltet und einem zu hohen Zeitaufwand bedarf.

Frage 4

Empfindest du den **Aufwand** den du in die **Planung der Inbetriebnahme Durchführung** steckst als angemessen

- Ja, der Aufwand ist angemessen und ich schaffe alle meine Arbeiten meist in der Regelarbeitszeit.
- Ich empfinde den Aufwand als zu hoch und schaffe auf Grund dessen nie alle meine Arbeiten in der Regelarbeitszeit.

Frage 5

Sind deiner Meinung nach alle **notigen Abhängigkeiten zwischen den verschiedenen Inbetriebnahmen in der Terminplanung berücksichtigt**, um so einen reibungsfreien Ablauf der Inbetriebnahmen gewährleisten zu können?

- Ja, es sind alle nötigen Abhängigkeiten berücksichtigt, die Terminplanung kann immer wie geplant durchgeführt werden.
- Gelegentlich kommt es zu Ausschlüssen zwischen verschiedenen Inbetriebnahmen die nicht berücksichtigt worden sind und der Terminplan kann auf Grund dessen nicht eingehalten werden.
- Es werden gar keine Ausschlüsse zwischen den verschiedenen Inbetriebnahmen berücksichtigt, die Terminplanung kann nie in der Durchführung gehalten werden.

Frage 6

Wo siehst du Verbesserungspotential für eine höhere Effizienz in der Vorbereitung der Inbetriebnahme?

- Erstellung ausreichender Arbeitspakete *sehr*
- für befristete Gewerke
- Freigstellung des Schiffes
- Überprüfen möglicher Resellungen (Kontrakte Stückliste)
- Vergleichen rechtzeitig Klären (Freigabe)

Frage 7

Was sind deine Änderungswünsche an die Terminplanung der Inbetriebnahme

in Abhängigkeit mit der Freigabeterminplanung

Fragenkatalog Planung der Inbetriebnahme

Frage 1

Wie bewertest du die **Kommunikation** zwischen Planern und Inbetriebnehmern in Bezug auf die Levels **Terminplanung der Inbetriebnahme** Tätigkeiten

- Ausreichend für eine effiziente Terminplanung, ich bin zufrieden mit der aus der Kommunikation resultierenden Planung
- Ich empfinde den Kommunikationsaufwand zu hoch, die Terminplanung könnte auch mit geringerem Kommunikationsaufwand effizient gestaltet werden
- Für eine effiziente Terminplanung wäre mehr Kommunikation notwendig und ich wäre bereit den Aufwand dafür zu betreiben
- Für eine effiziente Terminplanung wäre mehr Kommunikation notwendig, aber mir fehlt die Zeit dafür

Frage 2

Wie **zufrieden** bist du mit der **aktuellen Terminplanung** der Inbetriebnahme?

- Ich bin zufrieden
- Es ist gerade so ausreichend um die Inbetriebnahmen vorzubereiten mit erhöhtem Zeitaufwand. Die Terminplanung muss verbessert werden.
- Ich bin nicht zufrieden, die Inbetriebnahmen lassen sich mit der aktuellen Planung nicht vorbereiten. Die Terminplanung muss verbessert werden.

Frage 3

Wie **zufrieden** bist du mit der **Bereitstellung von Unterlagen und Informationen** zu den einzelnen Inbetriebnahmen?

- Ich bekomme immer alle Unterlagen und Informationen auf Anhieb aus den Firm internen IT-System gefiltert und weiß welche Punkte ich für die Inbetriebnahmen vorbereiten muss und auf welche Dinge ich vor und während der Inbetriebnahmen achten muss.
- Ich tue mich schwer alle nötigen Unterlagen und Informationen für meine Inbetriebnahmen aus den Firm internen IT-System zu filtern. Nach höherem Zeitaufwand bin ich aber gut vorbereitet und weiß welche Punkte ich für die Inbetriebnahmen vorbereiten muss und auf welche Dinge ich vor und während der Inbetriebnahmen achten muss.
- Ich bekomme Unterlagen und Informationen nicht im vorhinein vollständig aus den Firm internen IT-System gefiltert, sodass die Vorbereitung der Inbetriebnahme sich schwer gestaltet und einem zu hohen Zeitaufwand bedarf.

Frage 4

Empfindest du den **Aufwand** den du in die **Planung der Inbetriebnahme Durchführung** steckst als angemessen

- Ja, der Aufwand ist angemessen und ich schaffe alle meine Arbeiten meist in der Regelarbeitszeit.
- Ich empfinde den Aufwand als zu hoch und schaffe auf Grund dessen nie alle meine Arbeiten in der Regelarbeitszeit.

Frage 5

Sind deiner Meinung nach alle **nötigen Abhängigkeiten zwischen den verschiedenen Inbetriebnahmen in der Terminplanung berücksichtigt**, um so einen reibungsfreien Ablauf der Inbetriebnahmen gewährleisten zu können?

- Ja, es sind alle nötigen Abhängigkeiten berücksichtigt, die Terminplanung kann immer wie geplant durchgeführt werden.
- Gelegentlich kommt es zu Ausschlüssen zwischen verschiedenen Inbetriebnahmen die nicht berücksichtigt worden sind und der Terminplan kann auf Grund dessen nicht eingehalten werden.
- Es werden gar keine Ausschlüsse zwischen den verschiedenen Inbetriebnahmen berücksichtigt, die Terminplanung kann nie in der Durchführung gehalten werden.

Frage 6

Wo siehst du Verbesserungspotential für eine höhere Effizienz in der Vorbereitung der Inbetriebnahme?

- *bessere Planung*
 - *mehr Vorbereitungszeit*
 - *bessere Absprachen*

Frage 7

Was sind deine Änderungswünsche an die Terminplanung der Inbetriebnahme

siehe F6

Ergebnis Umfrage 3

Fragenkatalog Planung der Inbetriebnahme

Frage 1

Wie bewertest du die **Kommunikation** zwischen Planern und Inbetriebnehmern in Bezug auf die Level 5 **Terminplanung der Inbetriebnahme** Tätigkeiten

- Ausreichend für eine effiziente Terminplanung, ich bin zufrieden mit der aus der Kommunikation resultierenden Planung
- Ich empfinde den Kommunikationsaufwand zu hoch, die Terminplanung könnte auch mit geringerem Kommunikationsaufwand effizient gestaltet werden
- Für eine effiziente Terminplanung wäre mehr Kommunikation notwendig und ich wäre bereit den Aufwand dafür zu betreiben
- Für eine effiziente Terminplanung wäre mehr Kommunikation notwendig, aber mir fehlt die Zeit dafür

Frage 2

Wie **zufrieden** bist du mit der **aktuellen Terminplanung** der Inbetriebnahme?

- Ich bin zufrieden
- Es ist gerade so ausreichend um die Inbetriebnahmen vorzubereiten mit erhöhtem Zeitaufwand. Die Terminplanung muss verbessert werden.
- Ich bin nicht zufrieden, die Inbetriebnahmen lassen sich mit der aktuellen Planung nicht vorbereiten. Die Terminplanung muss verbessert werden.

Frage 3

Wie **zufrieden** bist du mit der **Bereitstellung von Unterlagen und Informationen** zu den einzelnen Inbetriebnahmen?

- Ich bekomme immer alle Unterlagen und Informationen auf Anhieb aus den Firm internen IT-System gefiltert und weiß welche Punkte ich für die Inbetriebnahmen vorbereiten muss und auf welche Dinge ich vor und während der Inbetriebnahmen achten muss.
- Ich tue mich schwer alle nötigen Unterlagen und Informationen für meine Inbetriebnahmen aus den Firm internen IT-System zu filtern. Nach höherem Zeitaufwand bin ich aber gut vorbereitet und weiß welche Punkte ich für die Inbetriebnahmen vorbereiten muss und auf welche Dinge ich vor und während der Inbetriebnahmen achten muss.
- Ich bekomme Unterlagen und Informationen nicht im vornherein vollständig aus den Firm internen IT-System gefiltert, sodass die Vorbereitung der Inbetriebnahme sich schwer gestaltet und einem zu hohen Zeitaufwand bedarf.

Frage 4

Empfindest du den **Aufwand** den du in die **Planung der Inbetriebnahme Durchführung** steckst als angemessen

- Ja, der Aufwand ist angemessen und ich schaffe alle meine Arbeiten meist in der Regelarbeitszeit.
- Ich empfinde den Aufwand als zu hoch und schaffe auf Grund dessen nie alle meine Arbeiten in der Regelarbeitszeit.

Frage 5

Sind deiner Meinung nach alle **nötigen Abhängigkeiten zwischen den verschiedenen Inbetriebnahmen in der Terminplanung berücksichtigt**, um so einen reibungsfreien Ablauf der Inbetriebnahmen gewährleisten zu können?

- Ja, es sind alle nötigen Abhängigkeiten berücksichtigt, die Terminplanung kann immer wie geplant durchgeführt werden.
- Gelegentlich kommt es zu Ausschlüssen zwischen verschiedenen Inbetriebnahmen die nicht berücksichtigt worden sind und der Terminplan kann auf Grund dessen nicht eingehalten werden.
- Es werden gar keine Ausschlüsse zwischen den verschiedenen Inbetriebnahmen berücksichtigt, die Terminplanung kann nie in der Durchführung gehalten werden.

Frage 6

Wo siehst du Verbesserungspotential für eine höhere Effizienz in der Vorbereitung der Inbetriebnahme?

- Detailterminplan, der auch die Schnittstellen zu Fremdsystemen darstellt
 - Verbesserung der internen und externen Kommunikation (Kommunikation mit den UAN's)
 Wichtig: Rechtzeitige Kommunikation, weniger Änderungen von Terminplänen
 ↓
 Kurzfristige
 - Feste Ansprechpartner
 - Regelmäßige Teilnahme an Meetings mit den UAN's
 - Eigenständiges Mitplanen der anstehenden Arbeiten und ausstehenden Tätigkeiten

Fragenkatalog Planung der Inbetriebnahme

Frage 1

Wie bewertest du die **Kommunikation** zwischen Planern und Inbetriebnehmern in Bezug auf die Level 5 **Terminplanung der Inbetriebnahme** Tätigkeiten

- Ausreichend für eine effiziente Terminplanung, ich bin zufrieden mit der aus der Kommunikation resultierenden Planung
- Ich empfinde den Kommunikationsaufwand zu hoch, die Terminplanung könnte auch mit geringerem Kommunikationsaufwand effizient gestaltet werden
- Für eine effiziente Terminplanung wäre mehr Kommunikation notwendig und ich wäre bereit den Aufwand dafür zu betreiben
- Für eine effiziente Terminplanung wäre mehr Kommunikation notwendig, aber mir fehlt die Zeit dafür

Frage 2

Wie **zufrieden** bist du mit der **aktuellen Terminplanung** der Inbetriebnahme?

- Ich bin zufrieden
- Es ist gerade so ausreichend um die Inbetriebnahmen vorzubereiten mit erhöhtem Zeitaufwand. Die Terminplanung muss verbessert werden.
- Ich bin nicht zufrieden, die Inbetriebnahmen lassen sich mit der aktuellen Planung nicht vorbereiten. Die Terminplanung muss verbessert werden.

Frage 3

Wie **zufrieden** bist du mit der **Bereitstellung von Unterlagen und Informationen** zu den einzelnen Inbetriebnahmen?

- Ich bekomme immer alle Unterlagen und Informationen auf Anrieb aus den Firm internen IT-System gefiltert und weiß welche Punkte ich für die Inbetriebnahmen vorbereiten muss und auf welche Dinge ich vor und während der Inbetriebnahmen achten muss.
- Ich tue mich schwer alle nötigen Unterlagen und Informationen für meine Inbetriebnahmen aus den Firm internen IT-System zu filtern. Nach höherem Zeitaufwand bin ich aber gut vorbereitet und weiß welche Punkte ich für die Inbetriebnahmen vorbereiten muss und auf welche Dinge ich vor und während der Inbetriebnahmen achten muss.
- Ich bekomme Unterlagen und Informationen nicht im vorrheinein vollständig aus den Firm internen IT-System gefiltert, sodass die Vorbereitung der Inbetriebnahme sich schwer gestaltet und einem zu hohen Zeitaufwand bedarf.

Frage 4

Empfindest du den **Aufwand** den du in die **Planung der Inbetriebnahme Durchführung** steckst als angemessen

- Ja, der Aufwand ist angemessen und ich schaffe alle meine Arbeiten meist in der Regelarbeitszeit.
- Ich empfinde den Aufwand als zu hoch und schaffe auf Grund dessen nie alle meine Arbeiten in der Regelarbeitszeit.

Frage 5

Sind deiner Meinung nach alle **nötigen Abhängigkeiten** zwischen den **verschiedenen Inbetriebnahmen in der Terminplanung berücksichtigt**, um so einen reibungsfreien Ablauf der Inbetriebnahmen gewährleisten zu können?

- Ja, es sind alle nötigen Abhängigkeiten berücksichtigt, die Terminplanung kann immer wie geplant durchgeführt werden.
- Gelegentlich kommt es zu Ausschlüssen zwischen verschiedenen Inbetriebnahmen die nicht berücksichtigt worden sind und der Terminplan kann auf Grund dessen nicht eingehalten werden.
- Es werden gar keine Ausschlüsse zwischen den verschiedenen Inbetriebnahmen berücksichtigt, die Terminplanung kann nie in der Durchführung gehalten werden.

Frage 6

Wo siehst du Verbesserungspotential für eine höhere Effizienz in der Vorbereitung der Inbetriebnahme?

Planung, Vorbereitungszeit für Vorbereitung, Verbesserung Dokumentation, GDB

Frage 7

Was sind deine Änderungswünsche an die Terminplanung der Inbetriebnahme

Dichtere engere Zusammenarbeit mit FI; Regelmäßiges Up-dak zum tatsächlichen IST-Stand; Incht. Level 5-Planung; Regelmäßiges Karfeln von IST-Sachstände; Planung muß bessere Vorstand auf Projektverlauf liefern.

Erklärung zur Arbeit Formblatt



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Erklärung zur selbstständigen Bearbeitung einer Abschlussarbeit

Gemäß der Allgemeinen Prüfungs- und Studienordnung ist zusammen mit der Abschlussarbeit eine schriftliche Erklärung abzugeben, in der der Studierende bestätigt, dass die Abschlussarbeit „– bei einer Gruppenarbeit die entsprechend gekennzeichneten Teile der Arbeit [(§ 18 Abs. 1 APSO-TI-BM bzw. § 21 Abs. 1 APSO-INGI)] – ohne fremde Hilfe selbständig verfasst und nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt wurden. Wörtlich oder dem Sinn nach aus anderen Werken entnommene Stellen sind unter Angabe der Quellen kenntlich zu machen.“

Quelle: § 16 Abs. 5 APSO-TI-BM bzw. § 15 Abs. 6 APSO-INGI

Dieses Blatt, mit der folgenden Erklärung, ist nach Fertigstellung der Abschlussarbeit durch den Studierenden auszufüllen und jeweils mit Originalunterschrift als letztes Blatt in das Prüfungsexemplar der Abschlussarbeit einzubinden.

Eine unrichtig abgegebene Erklärung kann -auch nachträglich- zur Ungültigkeit des Studienabschlusses führen.

<u>Erklärung zur selbstständigen Bearbeitung der Arbeit</u>		
Hiermit versichere ich,		
Name:	Oldach	_____
Vorname:	Christine Sophie	_____
dass ich die vorliegende Bachelorarbeit <input checked="" type="checkbox"/> bzw. bei einer Gruppenarbeit die entsprechend gekennzeichneten Teile der Arbeit – mit dem Thema: Erarbeitung einer Übersicht zur effizienteren Detailplanung der Inbetriebnahme von Schiffsbetriebssystemen		
ohne fremde Hilfe selbständig verfasst und nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Wörtlich oder dem Sinn nach aus anderen Werken entnommene Stellen sind unter Angabe der Quellen kenntlich gemacht.		
<i>- die folgende Aussage ist bei Gruppenarbeiten auszufüllen und entfällt bei Einzelarbeiten -</i>		
Die Kennzeichnung der von mir erstellten und verantworteten Teile der -bitte auswählen- ist erfolgt durch:		
Hamburg	16.02.2023	_____
Ort	Datum	Unterschrift im Original