



Karl Schönberg

Entwicklung eines standardisierten Vorgehens zur Instandhaltung in der Hagelabwehr

Diplomarbeit zur Erlangung des akademischen Grades

Diplomingenieur

Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau

Verkehrstechnik F748

Technische Universität Graz

Fakultät für Maschinenbau und Wirtschaftswissenschaften

Institut für Industriebetriebslehre und Innovationsforschung

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Ramsauer

Graz, im Mai 2012

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommene Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

I declare that I have authored this thesis independently, that I have not used other than the declared sources / resources, and that I have explicitly marked all material which has been quoted either literally or by content from the used sources.

Graz, am

.....

(Unterschrift)

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich Herrn KR Walter Golob, Eigentümer der Südflug Gmbh für das entgegengebrachte Vertrauen bei dieser Diplomarbeit danken.

Mein großer Dank gilt Herrn DI Georg Premm, der mich mit seiner fachlichen Betreuung und Kollegialität unterstützt hat.

Ganz besonders möchte ich mich bei meinen Eltern bedanken, die mir das Studium ermöglicht haben. Euch sei diese Arbeit gewidmet.

Das Studium an der TU-Graz ermöglichte mir nicht nur die Aneignung von fachlichem Wissen und die Entwicklung meiner Persönlichkeit, sondern hier habe ich auch Freunde fürs Leben gefunden.

Mein besonderer Dank gilt: Birgit Oberwalder, " Sal Paradise" Gernot Tonauer, Andy Schönberg, Thomas Zilaji, Harald Knes, Hubert Oberwalder, The White Stripes, Bob Dylan, RHCP, Handsome Furs, Bruce Springsteen, Lana Del Rey, The approach.

*"I swung onto my old guitar
Grabbed hold of a subway car
And after a rocking, reeling, rolling ride
I landed up on the downtown side
Greenwich Village"*

Bob Dylan, Talking New York, 1962

Kurzfassung

Die Aufgabenstellung dieser Arbeit umfasst die Entwicklung eines neuen Instandhaltungsprogramms für die Hagelabwehranlagen der Firma Südflug. Die Firma Südflug betreibt die Hagelabwehr mit den auf Flugzeugen montierten Hagelabwehranlagen in der Steiermark und erteilte diesen Auftrag, um den gesetzlichen Veränderungen im Bereich der Instandhaltung der europäischen, zivilen Luftfahrt, der EASA (European Aviation Safety Agency) nachzukommen. Weiters sollen durch standardisiertes Vorgehen in der Instandhaltung funktions- und sicherheitsrelevante Ausfälle der Hagelabwehranlagen verhindert werden, um die Forderung nach 100%iger Verfügbarkeit zu gewährleisten.

Nach Eruiierung der Einflussgrößen auf die Hagelabwehr und ihre Instandhaltung werden in einer strukturierten Ist-Analyse Vorfälle, welche die Hagelabwehr betreffen, analysiert und Schwachstellen der derzeitigen Instandhaltung aufgezeigt. Anhand abgeleiteter Verbesserungsmöglichkeiten, erfassten gesetzlichen Rahmenbedingungen und den theoretischen Grundlagen wird ein Konzept für die Instandhaltung der Hagelabwehranlagen erarbeitet, welches den gesetzlichen Veränderungen und der 100%igen Verfügbarkeit entspricht. Bei der Auswahl der Instandhaltungsstrategie für die einzelnen Komponenten der Hagelabwehranlagen wird nach der Methode von RCM (Reliability Centered Maintenance) vorgegangen, die eine zuverlässigkeitsorientierte Instandhaltung verspricht. Ein auf die Hagelabwehranlagen angepasster Instandhaltungsablaufplan sollte das Einhalten der notwendigen Intervalle und das richtige Ausmaß der Instandhaltungstätigkeiten regeln. Um ein standardisiertes Vorgehen in der Instandhaltung zu ermöglichen, werden alle Instandhaltungstätigkeiten in Form von Checklisten dargestellt. Auftretende Störungen der Hagelabwehranlagen können mit einer dafür entwickelten Vorfallskarte erfasst und in weiterer Hinsicht analysiert werden. Daraus gewonnene Daten dienen in weiterer Folge der Evaluierung des neuen Instandhaltungsprogramms.

Im Rahmen der Implementierung werden mittels erarbeiteten Soll-Konzept die Instandhaltungsprogramme entwickelt und an die unterschiedlichen Hagelabwehranlagen adaptiert, was das Ergebnis dieser Arbeit darstellt.

Abstract

The mission of this thesis is to develop a new maintenance program for hail suppression systems. Südflug GmbH is using these hail suppression systems, installed on aircrafts, for hail defense flights in Styria (Austria). New European regulations concerning civil aviation maintenance are bringing the necessity of changing the old maintenance to a new one harmonizing with EASA (European Aviation Safety Agency) regulations. A standard procedure in the maintenance program is expected to bring a 100% reliability minimizing function and safety failures.

All influences concerning the maintenance of hail suppression systems and structured analysis of the present situation in failures is showing the weakness in using the present maintenance. This analysis brings out suggestions for improvement to be used in the development for a new concept in the maintenance of hail suppression systems. The method of RCM (Reliability Centered Maintenance) is used for the selection of maintenance strategy to each units of the hail suppression systems. An expiry shedule modulated to each hail suppression system should ensure a correct intervall and range of the maintenance activities. All maintenance instructions are performed in checklists to realize standardized maintenance procedures. Failures of the hail suppression systems can be captured in a special created failure form to get analyzed. With this structured failure datas an evaluation of the new maintenance program is possible.

The developing and implementation of this concept to the specified systems represents the result of this work.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
1.1	Vorstellung der Firma Südflug.....	1
1.2	Ausgangssituation.....	3
1.3	Aufgabenstellung.....	3
1.4	Ziel und Zweck der Arbeit.....	4
1.5	Vorgehensweise.....	4
2	Theoretische Grundlagen.....	6
2.1	Funktion der Hagelabwehr.....	6
2.1.1	Meteorologische Grundlagen der Gewitterentstehung.....	6
2.1.2	Physikalische Grundlagen der Hagelbildung.....	8
2.1.3	Hypothese zur Hagelunterdrückung.....	9
2.1.4	Wirkung von Silberjodid.....	10
2.1.5	Seeding - Die Methode zur aktiven Hagelabwehr.....	10
2.1.6	Wetterprognose – Hagelvorhersage.....	12
2.1.7	Zusammenfassung der Funktion der Hagelabwehr.....	14
2.2	Instandhaltung.....	14
2.2.1	Begriffe der Instandhaltung.....	15
2.2.2	Funktionsstörung – Ausfall.....	17
2.2.3	Instandhaltungsstrategien.....	19
2.2.4	Auswahl der Instandhaltungsstrategie.....	23
2.2.5	Zusammenfassung Instandhaltung.....	27
3	Gesetzliche Rahmenbedingungen.....	28
3.1	Behördliche Zuständigkeit.....	28
3.2	Lufttüchtigkeit.....	29
3.3	Zulassung der Hagelabwehranlage.....	30
3.4	Bestimmungen für die Instandhaltung der Hagelabwehrflugzeuge.....	30
3.5	Bestimmungen für die Instandhaltung der Hagelabwehranlagen.....	31
3.6	Zusammenfassung der gesetzlichen Rahmenbedingungen.....	34

4	Ist – Analyse	35
4.1	Stakeholderanalyse	35
4.1.1	Übersicht der Stakeholder	36
4.1.2	Gemeinden	37
4.1.3	Betreiber	37
4.1.4	Luffahrzeugwerftbetrieb	39
4.1.5	Instandhaltungsmanagement - CAMO	40
4.1.6	Austro Control	40
4.1.7	EASA (European Aviation Safety Agency)	41
4.2	Hagelabwehranlagen der Firma Südflug	41
4.2.1	Systemaufbau der Hagelabwehranlage	42
4.2.2	Technische Beschreibung der Hagelabwehranlagen	43
4.2.3	Betrieb der Hagelabwehranlagen	45
4.3	Durchführung der Hagelabwehr der Firma Südflug	46
4.3.1	Einsatzablauf	46
4.3.2	Verfügbarkeit	47
4.3.3	Flugdaten	48
4.4	Derzeitige Durchführung der Instandhaltung in der Hagelabwehr	49
4.4.1	Instandhaltung der Luffahrzeuge	49
4.4.2	Instandhaltung der Hagelabwehranlagen	49
4.5	Vorfälle der Hagelabwehranlagen	51
4.5.1	Definition Vorfall	51
4.5.2	Erfassen der Vorfälle	52
4.5.3	Analyse und Bewertung der Vorfälle	54
4.5.4	Grafische Darstellung der Vorfälle	59
4.5.5	Ableitung kritischer Elemente der Hagelabwehranlagen	62
4.6	Zusammenfassung der Ist-Analyse	63
5	Abgeleitete Verbesserungspotentiale	64
5.1	Potentiale in der Instandhaltung	64
5.2	Potentiale in der Konstruktion	65

5.3	Potentiale im Bereich Ersatzteile.....	67
5.4	Zusammenfassung der Verbesserungspotentiale.....	67
6	Instandhaltungskonzept.....	68
6.1	Methodik der Konzeptgestaltung.....	68
6.2	Einfluss der einzelnen Komponenten.....	69
6.3	Konzeptgestaltung.....	69
6.3.1	Struktur und Inhalt des Instandhaltungsprogramms	69
6.3.2	Strategieauswahl für die Instandhaltung	71
6.3.3	Ableitung der Checkintervalle aus Vorfällen	73
6.3.4	Instandhaltungsablaufplan	76
6.3.5	Beschreibung der Checklisten	76
6.3.6	Druckgeräteprüfung	77
6.3.7	Dokumentation	78
6.3.8	Revisionsmöglichkeit.....	79
6.4	Zusammenfassung Instandhaltungskonzept.....	79
7	Implementierung.....	80
8	Zusammenfassung und Ausblick.....	83
	Literaturverzeichnis.....	84
	Internetquellenverzeichnis	86
	Abbildungsverzeichnis	87
	Tabellenverzeichnis	89
	Anhang	90

1 Einleitung

Zu Beginn dieser Arbeit wird die Firma Südflug vorgestellt, welche den Auftrag für diese Diplomarbeit erteilte. Nach Schilderung der Ausgangssituation und Abklärung der Aufgabenstellung werden Ziel und Zweck der hier vorliegenden Arbeit formuliert. Des Weiteren wird die Vorgehensstruktur dargestellt.

1.1 Vorstellung der Firma Südflug

Die Südflug GmbH, mit Firmensitz in Döbriach (Kärnten), eine Unternehmung aus dem Sektor Luftfahrt, betreibt die Hagelabwehr für Gemeinden in der Steiermark. Dabei kommen drei Flugzeuge zum Einsatz, mit deren Hilfe über eine Brenneranlage Gewitterwolken "geimpft" werden, um Gemeinden vor eventuellen Hagelschäden zu schützen. Der Stützpunkt für diese Einsätze befindet sich am Flughafen Graz, von wo aus die Gemeinden bei potentieller Hagelgefahr angefliegen werden.

Herr KR Golob Walter, Gründer und Geschäftsführer der GmbH Südflug, hat die aus Amerika stammende Methode der Hagelprävention mit Flugzeugen 1982 in die Steiermark gebracht. Zu diesem Zeitpunkt betrieb die Steirische Hagelabwehr Genossenschaft die Hagelabwehr mithilfe von Bodengeneratoren und Raketen, um die Gewitterwolken zu impfen. Es stellte sich heraus, dass sich mithilfe von Flugzeugen die Gewitterwolken viel effizienter bekämpfen lassen, als mit Bodengeneratoren und Raketen. Die Steirische Hagelabwehr Genossenschaft stieg ab 1987 völlig auf Flugzeugbetrieb um.

1984 wurde die Südflug GmbH gegründet. Im Jahr 2011 zählten 62 Gemeinden der Bezirke Deutschlandsberg, Leibnitz, Radkersburg und Feldbach zu den Kunden der Firma Südflug. Jährlich, von 1. Mai bis 30. September, stellt die Firma Südflug ein Team aus Einsatzleitung, Wetterbeobachtung und Einsatzpiloten für den Einsatz gegen den Hagel zur Verfügung.

Folgende Flugzeuge der Firma Südflug stehen für den Einsatz bereit (Abb. 1):
Partenavia P68B, Cessna 182, Cessna 150



Abbildung 1: Einsatzflugzeuge der Firma Südflug¹

Die zwei einmotorigen Flugzeuge Cessna 150 und Cessna 182 sind Produkte der amerikanischen Cessna Aircraft Company, einem Luftfahrzeughersteller mit Sitz in Wichita, Kansas. Die zweimotorige Partenavia P68B wurde von der italienischen Firma Partenavia hergestellt. In Tabelle 1 werden technischen Daten dieser Luftfahrzeuge dargestellt.²

	Cessna 150	Cessna 182	Partenavia
Motorenanzahl	1	1	2
Leistung [PS]	100	230	2x180
Reisegeschwindigkeit [km/h]	195	268	298
max. Flugdauer [h]	4	5	7

Tabelle 1: Technische Daten der Einsatzflugzeuge der Firma Südflug³

¹ Quelle: Privatarchiv

² Quelle: Flughandbuch Cessna 150, Cessna 182, Partenavia P68B

³ Quelle: Flughandbuch Cessna 150, Cessna 182, Partenavia P68B

1.2 Ausgangssituation

Der folgende Abschnitt liefert einen Überblick über die Rahmenbedingungen, die den Anstoß für diese Arbeit bewirken.

Als Ausgangssituation werden sowohl die veränderten gesetzlichen Rahmenbedingungen seitens der Europäischen Agentur für Flugsicherheit (EASA) für die allgemeine Luftfahrt in der Europäischen Union, als auch die Forderungen der Austro Control (Österreichische Luftfahrtbehörde) gesehen. Diese neuen gesetzlichen Bestimmungen und Forderungen veranlassen Betreiber einer Luftfahrtunternehmung Änderungen in den Bereichen der Organisation, der operationalen Ebene und auch in der Instandhaltung vorzunehmen. Bezüglich der Organisation wird eine bestimmte Betriebsstruktur vorgeschrieben, die eine Luftfahrtunternehmung aufzuweisen hat. Auf operationaler Ebene haben Luftfahrtbetriebe ihre Verfahren für den Flugbetrieb schriftlich darzustellen und an europäische Normen anzupassen. Im Bereich der Luftfahrzeuginstandhaltung von europäischen Luftfahrzeugen sind die Instandhaltungsprogramme auf europäischen Standard anzupassen. Die veränderten gesetzlichen Bestimmungen in der Instandhaltung und die Forderung seitens der Austro Control bezüglich Dokumentation und Standardisierung der Instandhaltung in der Hagelabwehr, werden von der Firma Südflug als externer Anstoß gesehen, um ein standardisiertes Instandhaltungsprogramm für die Hagelabwehr zu entwickeln.

Funktionsrelevante Ausfälle der Hagelabwehranlagen bewirken intern das Bestreben ein neues Instandhaltungsprogramm zu entwickeln, um den Forderungen 100%iger Verfügbarkeit nachzukommen.

1.3 Aufgabenstellung

Folgende Aufgabenstellungen ergeben sich unter Berücksichtigung der Ausgangssituation mit dem Ziel, ein neues Instandhaltungsprogramm für die Hagelabwehranlagen der Firma Südflug zu entwickeln:

- Die Betrachtung der theoretischen Grundlagen bezüglich der Funktion der Hagelabwehr und der Instandhaltung
- Untersuchung der zugrundeliegenden gesetzlichen Rahmenbedingungen in der Hagelabwehr
- Grundlegende Analyse der Hagelabwehr bezüglich Erhebung relevanter Stakeholder, Funktion der Hagelabwehranlage und der Hagelabwehrbetrieb der Firma Südflug

- Analyse und Darstellung des Ist-Zustandes der Instandhaltung bei der Firma Südflug
- Definition des Soll-Zustandes für die Instandhaltung und eine dementsprechende Konzeptgestaltung

1.4 Ziel und Zweck der Arbeit

Das Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung eines Instandhaltungsprogramms für die Hagelabwehranlagen unter der Prämisse der 100%igen Verfügbarkeit und unter der Berücksichtigung der veränderten gesetzlichen Rahmenbedingungen. Das Instandhaltungsprogramm, mit standardisierten Checklisten sowie Instandhaltungsintervallen, soll an die jeweilige Hagelabwehranlage der drei Luftfahrzeuge der Firma Südflug angepasst werden, um die Anlagenverfügbarkeit zu sichern.

1.5 Vorgehensweise

Das Projekt wird in drei Phasen eingeteilt (Abb. 2):

Phase 1: Ist-Analyse

Phase 2: Konzeptgestaltung

Phase 3: Implementierung

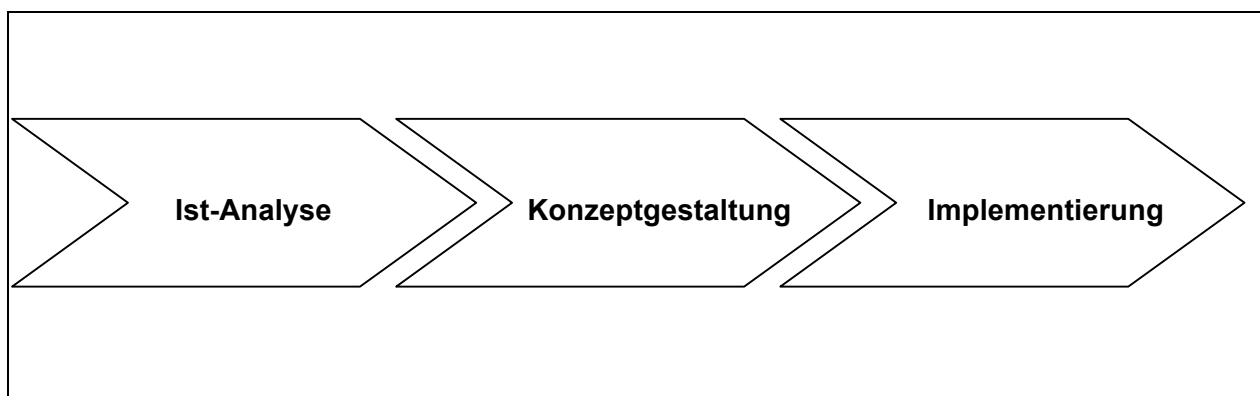


Abbildung 2: Phasen des Vorgehens

Die Ist-Analyse umfasst die gesetzlichen Rahmenbedingungen, eine Stakeholderanalyse der beteiligten Interessensvertreter in der Hagelabwehr, die Durchführung der Hagelabwehr der Firma Südflug, sowie die Darstellung der derzeitigen Durchführung der Instandhaltung in der Hagelabwehr. Weiters werden

Vorfälle, welche die Hagelabwehranlage betreffen ermittelt, deren Fehleranalyse durchgeführt und Verbesserungspotentiale abgeleitet.

In der Phase der Konzeptgestaltung werden alle wirkenden Einflüsse berücksichtigt, um die Struktur und Inhalte des Instandhaltungsprogramms zu gestalten. Als externe Einflüsse werden die relevanten gesetzlichen Bestimmungen für die Instandhaltung in der Luftfahrt, sowie die theoretischen Grundlagen der Instandhaltung gesehen. Die internen Einflüsse ergeben sich aus den Erfahrungswerten bezüglich technischen Versagens der Hagelabwehranlagen und deren abgeleiteten Verbesserungspotentialen. In dieser Phase wird der gewünschte Soll-Zustand definiert und das Instandhaltungskonzept gestaltet.

In der dritten und letzten Phase wird mithilfe der gewonnenen Erkenntnisse ein standardisiertes Instandhaltungsprogramm für die Hagelabwehrsaison erarbeitet. Das Instandhaltungsprogramm wird jeweils an die Hagelabwehranlage der drei Luftfahrzeuge der Firma Südflug angepasst und anhand des erarbeiteten Instandhaltungskonzepts erstellt.

2 Theoretische Grundlagen

In diesem Kapitel wird auf die theoretischen Grundlagen eingegangen, welche für diese Arbeit von Bedeutung sind.

2.1 Funktion der Hagelabwehr

Dieses Kapitel dient dem grundsätzlichen Verständnis der Arbeitsweise in der Hagelabwehr. Es werden die notwendigsten meteorologischen und physikalischen Grundlagen behandelt, sowie die Gewitter- und Hagelbildung beschrieben. Weiters wird auf die Methodik eingegangen, mit der Hagelabwehr betrieben wird.

2.1.1 Meteorologische Grundlagen der Gewitterentstehung

Notwendige Voraussetzungen für eine Gewitterbildung sind eine labile Temperaturschichtung der Atmosphäre mit Vertikalbewegungen in der Luft, sowie ein genügend großer Wasserdampfgehalt. ⁴

Grundsätzlich können sich Gewitter in einheitlichen Luftmassen oder an Luftmassengrenzen (Fronten) bilden. Sie werden dementsprechend in Luftmassengewitter und Frontgewitter unterteilt. Luftmassengewitter können auf zwei Arten entstehen. Durch Hebung von feuchtlabiler Luft infolge starker Sonneneinstrahlung (Wärmegewitter), oder durch Hebung von feuchter Luft an Geländehindernissen (Orographisches Gewitter). Frontgewitter entstehen durch Hebung von feuchtlabiler Luft an Luftmassengrenzen (Frontflächen) und werden demnach in Wärmefrontgewitter, Kaltfrontgewitter oder Okklusionsgewitter unterteilt. ⁵

Unabhängig von der Art des Gewitters muss, damit es zum Niederschlag kommt, Kondensation (Umwandlung des Wassers vom gasförmigen in den flüssigen Zustand) oder Sublimation (direkter Übergang des Wassers vom gasförmigen in den festen oder vom festen in den gasförmigen Zustand) in der mit Feuchtigkeit gesättigten und angehobenen Luftmasse stattfinden. Kondensation in freier Atmosphäre ist möglich, wenn die Luft mit Feuchtigkeit gesättigt ist, die Lufttemperatur den Taupunkt (Temperatur bei der abhängig vom Luftdruck Kondensation eintritt) erreicht hat und Kondensationskerne in der Luft vorhanden sind. ⁶

⁴ vgl. Baatz (1985), S.9

⁵ vgl. Kühn (1989), S.82

⁶ vgl. Kühn (1989), S.44

Das erforderliche Maß an Feuchtigkeit in einer Wolke kann durch Zufuhr feuchter Luftmassen in Bodennähe erreicht werden. Je nach Art des Gewitters werden diese feuchten Luftmassen zum Aufstieg gezwungen, kühlen ab und erreichen in einer bestimmten Höhe eine Temperatur, bei der sie gerade mit Wasserdampf gesättigt sind. Ein weiteres Aufsteigen hat dann Kondensation zur Folge.⁷

Falls Kondensation stattfindet und sich das Wasser vom gasförmigen in den flüssigen Zustand umwandelt, wird dabei Wärme frei. Diese sogenannte Kondensationswärme wird von den Kondensationskernen aufgenommen. Dies verhindert, dass die sehr kleinen Wassertropfchen, die sich an den Kondensationskernen gebildet haben, sofort wieder verdampfen.⁸

Die zugeführte Kondensationswärme lässt die aufsteigende Luft langsamer abkühlen. Durch die Wärmezufuhr wird diese Luft spezifisch leichter als ihre Umgebung und erhält dadurch erneut Auftrieb. Bei genügend großer Ausgangsfeuchtigkeit entsteht so eine mächtige Quellwolke (Cumulonimbus), die eine Gewitterbildung einleitet. Wenn die Wassertropfchen in größere Höhen gelangen und bei Temperaturen unter 0 [°C] gefrieren, wird dabei Gefrierwärme frei, welche der aufsteigenden Luft einen zusätzlichen Auftrieb verschafft.⁹

Gewitterzellen können eine Höhe von ca. 15 [km] über dem Meeresspiegel und etwa einen Durchmesser von 10 [km] erreichen (Abb 3):

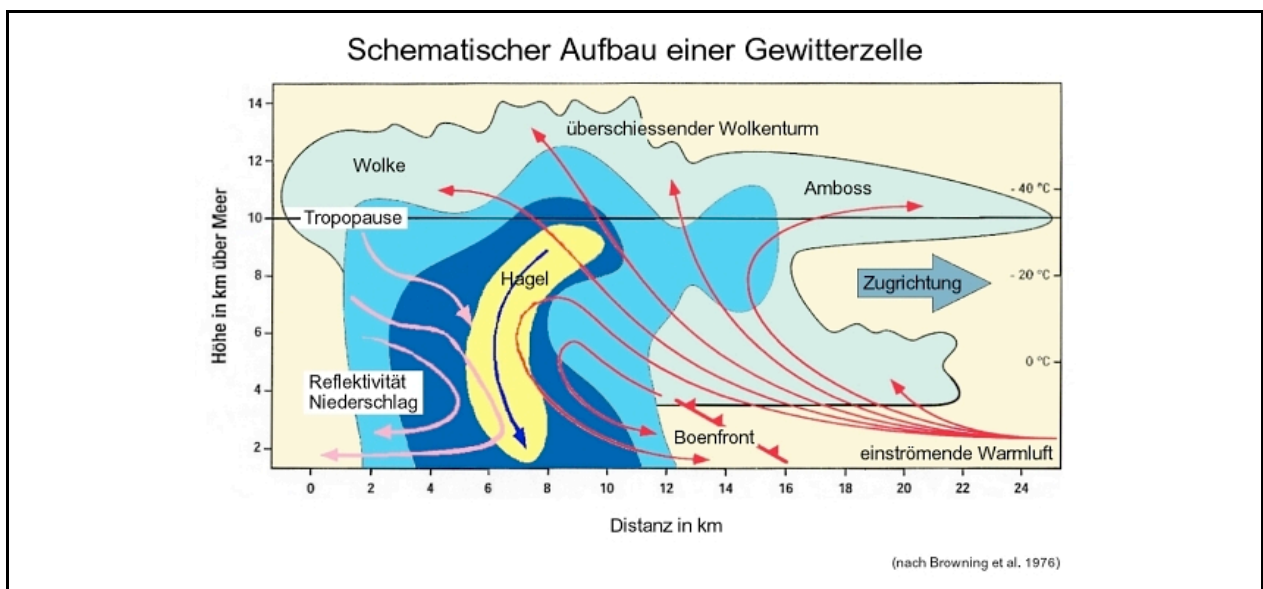


Abbildung 3: Schematischer Aufbau einer Gewitterzelle¹⁰

⁷ vgl. Baatz (1985), S.9

⁸ vgl. Kühr (1989), S.44

⁹ vgl. Baatz (1985), S.9f.

¹⁰ Hagelabwehrverband Ostschweiz, Zugriffsdatum: 11.12.2011

2.1.2 Physikalische Grundlagen der Hagelbildung

Als Hagel werden Eiskörner mit einem Durchmesser von mindestens 5 [mm] bezeichnet.¹¹ Im folgenden Teil wird die Entstehung von Hagel beschrieben.

Durch die Senkung des Gefrierpunktes bei wässriger Lösung gegenüber dem vom reinen Wasser setzt der Gefriervorgang der Wassertröpfchen erst unter 0 [°C] ein. Unterkühlte Wassertropfen existieren in einem Cumulonimbus in einem Temperaturbereich zwischen 0 [°C] und -40 [°C]. Dieser Temperaturbereich eines Cumulonimbus wird auch als Übergangs- oder Mischzone bezeichnet, da in diesem Bereich auch Eiskristalle vorkommen. Eiskristalle in der Mischzone benötigen für ihre Entstehung einen Gefrierkeim. Erst bei Temperaturen unter -40 [°C] findet homogenes Gefrieren von Wassertropfen ohne Gefrierkernen statt. Das natürliche Vorkommen der Anzahl von Gefrierkerne in einem Cumulonimbus ist relativ gering, wodurch ein Großteil der unterkühlten Wassertröpfchen im flüssigen Zustand bleibt.¹²

Man unterscheidet drei Arten der Bildung von Eispartikel:¹³

- Deposition: Anlagerung von Wassermolekülen aus der Dampfphase an Eiskerne
- Gefriernukleation: Ein im Wassertropfen befindlicher Eiskern löst das Gefrieren aus
- Kontaktnukleation: Die Vereisung eines unterkühlten Wassertropfen, ausgelöst durch den Zusammenstoß mit einem Eiskern

Haben sich kleine Eispartikel durch Gefriernukleation in einem Cumulonimbus gebildet, dann können sie durch Deposition von Wasserdampf an den Kristallen weiterwachsen. Der Sättigungsdampfdruck über Eis ist geringer als über Wasser. Dadurch können Eispartikel, zugunsten der Verdunstung von Wassertropfen, wachsen (Bergeron-Findeisen Effekt). Sobald die Eispartikel eine gewisse Größe erreicht haben, können sie durch Zusammenstoßen mit unterkühlten Wassertropfen und Eispartikel weiterwachsen und die Größe von Hagelkörnern erreichen.¹⁴

Durch starke Aufwindströmungen in einem Cumulonimbus können diese Eispartikel längere Zeit in der Mischzone bleiben und so ständig wachsen. Je stärker diese Aufwinde sind, desto größer können Hagelkörner werden.¹⁵

¹¹ vgl. Deutscher Wetterdienst, Zugriffsdatum: 20.03.2012

¹² vgl. Emde (1994), zitiert in Hertlein (2011), S.11

¹³ vgl. Emde (1994), zitiert in Hertlein (2011), S.11

¹⁴ vgl. Emde (1994), zitiert in Hertlein (2011), S.11

¹⁵ vgl. Kühr (1989), S.46

Die Aufwinde in einem Cumulonimbus können bis zu 50 [m/sec] betragen.¹⁶

Bei mehrmaligem Auf- und Abstieg wachsen die Hagelkörner. Reichen die Aufwinde nicht mehr aus um die Hagelkörner in der Mischzone zu halten, so fallen sie aus dem Cumulonimbus, da sie zu schwer geworden sind.¹⁷

Ab der 0 [°C] -Grenze, die im Sommer in Mitteleuropa bei etwa 3500 bis 4000 [m] Seehöhe liegt, beginnen die aus dem Cumulonimbus fallenden Hagelkörner zu schmelzen. Bei einem Korndurchmesser von 1 [cm] und größer, kann man davon ausgehen, dass die Hagelkörner nicht mehr genügend Zeit haben zu schmelzen, bevor sie den Boden erreichen.¹⁸

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass für die Entstehung von Hagel Feststoffpartikel oder Eiskristalle (Gefrierkeime), unterkühlte Wassertropfen und Aufwinde in einer Wolke vorhanden sein müssen.

2.1.3 Hypothese zur Hagelunterdrückung

Eine Möglichkeit den Hagelbildungsprozess zu beeinflussen besteht in der Einbringung von bestimmten Mittel in eine Gewitterwolke, um so die Anzahl der Kondensations- und Gefrierkeime zu erhöhen. Der Amerikaner Bernard Vonnegut entdeckte 1947 die eiskeimbildende Fähigkeit von Silberjodid. Forscher der amerikanischen Firma General Electric führten daraufhin erstmals erfolgreich Experimente in der freien Atmosphäre durch. Nach Einbringen von fein verteiltem Silberjodid in eine unterkühlte Stratuswolke lösten sich gewisse Regionen auf. Diese Versuche gelten als Beweis für die Wirksamkeit der Impfmethode in freier Atmosphäre.¹⁹

Einige Hypothesen wurden aufgestellt, wie eingebrachtes Silberjodid in einer Wolke seine Wirkung ausübt. Die verbreitetste These ist die sogenannte Beneficial Competition (Wettbewerbsprinzip). Hier geht man davon aus, dass durch Einbringen von künstlichen Eiskeimen in einer Gewitterwolke mehr Eiskörner erzeugt werden und in die Hagelwachstumszone gelangen, als dies von Natur aus der Fall wäre. Die jedoch gleichbleibende Menge an unterkühltem Wasser kann sich somit auf eine größere Anzahl von Eiskörnern verteilen und gefrieren. Es entsteht ein "Wettbewerb" um das unterkühlte Wasser der erklären lässt, warum Hagelkörner kleiner ausfallen. Als weitere Hypothese sei die Early Rain Out Hypothese genannt. Durch frühes Abregnen von Hydrometeoren (Regentropfen, Graupel, Eiskörner) können diese nicht mehr in die

¹⁶ vgl. ASCE (2003), S.5

¹⁷ vgl. Kühr (1989), S.46

¹⁸ vgl. Schiesser (1988), zitiert in Pachatz (2005), S.12

¹⁹ vgl. Pachatz (2005), S.42

stärkeren Aufwindzonen gelangen, um zu großen Hagelkörnern heranzuwachsen. Early Rain Out wird durch frühzeitiges Impfen der Wolke mit Silberjodid im Zustand des frühen Reifestadiums erreicht.²⁰

Ausgehend von diesen Hypothesen wird in der Hagelabwehr versucht, durch Einbringen von Silberjodid in eine Gewitterwolke, den Hagel zu unterdrücken.

2.1.4 Wirkung von Silberjodid

Silberjodid (AgJ) besteht aus Silber und Jod und ist ein hellgelbes, mikrokristallines Pulver. Es beschleunigt die Kristallisation angezogener Wassertröpfchen bereits ab -5 [°C] (Umwandlung Wasser in Eis).²¹

Die Kristallstruktur der Silberjodidkristalle besitzt eine große Ähnlichkeit mit der hexagonalen Gitterstruktur von Eis, wodurch Silberjodidpartikeln die beschleunigte Kristallisation zugesprochen wird. Silberjodid sublimiert bei heißer Flamme und schneller Abkühlung des Dampfes durch homogene Kristallbildung zu einer großen Menge kleiner Kristalle.²²

Pro Gramm Silberjodid können 10^{11} bis 10^{16} Gefrierkerne entstehen.²³

2.1.5 Seeding - Die Methode zur aktiven Hagelabwehr

Als aktive Hagelabwehr werden Methoden bezeichnet, die den Hagelbildungsprozess in der Atmosphäre beeinflussen, um Hagelschlag zu verhindern. Werden Kunststoffnetze über Wein- und Obstkulturen gespannt, um Schäden bei einem Hagelschlag zu vermeiden, spricht man von passiven Hagelabwehrmassnahmen.²⁴

In der historischen Entwicklung der Hagelbekämpfung finden sich viele Methoden und Bräuche, wie zum Beispiel Licht mithilfe von Spiegeln in die Wolken reflektieren, Wetterläuten oder Wetterschießen und viele mehr.

In der modernen aktiven Hagelabwehr wird hauptsächlich mit der Seeding-Methode versucht, die Hagelbildung zu beeinflussen. Das Einbringen von Wirkstoffen in eine Wolke wird als Seeding bezeichnet. Üblicherweise geschieht dies durch Verbrennen

²⁰ vgl. ASCE (2003), S.6f.

²¹ vgl. ASCE (2003), S.19

²² vgl. Weickmann (1972), S.10

²³ vgl. Müller (1972), S.24

²⁴ vgl. Hertlein (2011), S.12

von in Aceton gelöstem Silberjodid. Seeding kann mittels Bodengeneratoren, Raketen oder Flugzeugen betrieben werden.²⁵

Der Einsatz von Bodengeneratoren stellt die günstigste Form von Seeding dar. Bei einer herannahenden Gewitterzelle verbrennen auf terrestrisch exponierten Stellen die Bodengeneratoren in Aceton gelöstes Silberjodid. Die dabei durch die Verbrennung entstandenen Wolkenimpfstoffe gelangen über die Aufwinde in die Gewitterzelle. Heute wird diese Methode kaum mehr verwendet, da ihre Effizienz gegenüber Raketen oder Flugzeugen deutlich geringer ist.²⁶

Boden Luft Raketen bestehen aus einer pyrotechnischen Impfmischung und setzen ihren Impfstoff nicht auf einmal durch Explosion, sondern während des Fluges bei der Verbrennung des Treibsatzes frei. Aufgrund der hohen Reichweite können sehr genau die Wolkenzonen erreicht werden, in der die Hagelbildung stattfindet. Ein großer Nachteil ergibt sich jedoch aus der Gefährdung der Luftfahrt.²⁷

Der Einsatz von Flugzeugen, bei dem punktgenau die Impfschubstanz in die Hagelwolke eingebracht werden kann, wird heute von den meisten Hagelabwehrbetreibern angewendet. Beim Seeding mit Flugzeugen (Abb.4) werden die Wolkenimpfstoffe über am Flugzeug montierte Brenngeneratoren in die Hagelwolke eingebracht. Die Wolkenimpfstoffe können des Weiteren auch über Silberjodid-Fackeln freigesetzt werden. Erfahrene Hagelabwehrpiloten können in einem Wolkensystem Aufwindzonen erkennen und dort die Gefrierkeime einbringen, damit diese in die Eiswauchstumszone der Hagelwolke gelangen können (Beneficial Competition, Kapitel 2.1.3), beziehungsweise durch frühzeitiges Impfen ein frühes Abregnen von Hydrometeoren erreichen (Early Rain Out, Kapitel 2.1.3).²⁸

Zeitpunkt und Ort des Impfens ist entscheidend, damit die eingebrachten Gefrierkeime rechtzeitig in die Eiswauchstumszone der Gewitterwolke gelangen.

²⁵ vgl. Pachatz (2005), S.35ff.

²⁶ vgl. ASCE (2003), S.12 und Pachatz (2005), S.53f

²⁷ vgl. ASCE (2003), S.18 und Pachatz (2005), S.55

²⁸ vgl. ASCE (2003), S.12 und Pachatz (2005), S.49



Abbildung 4: Hagelflugzeug beim Seeding einer Gewitterwolke²⁹

2.1.6 Wetterprognose – Hagelvorhersage

Wetterprognosen und Vorhersagen von potentiellen Hagelgewittern stellen im Zusammenhang mit der Hagelabwehr einen sehr wichtigen Faktor dar.

Erwartete Luftmassenbewegungen, Druck- und Windverhältnisse, sowie Temperaturwerte liefern Hinweise für ein potentielles Auftreten von Gewitterzellen mit möglichen Hagelschlägen. Eine umfassende Datenerhebung der relevanten Variablen sowie deren Auswertung sind notwendig, um Wetterprognosen erstellen zu können. Dabei werden weltweit Wetterdaten von Wetterstationen, Wettermeldungen von Schiffen, Driftbojen, Bodenwindangaben, Radiosondenaufstiege, Wind- und Temperaturangaben von Flugzeugen, von Satelliten ermittelte Temperaturprofile und Winddaten erfasst. Ausgewertet werden diese gesammelten Daten mit hochmodernen Computersystemen.³⁰

Wetterprognosen sind für die Hagelabwehr von Bedeutung, da sie bei dementsprechender Vorhersage von Gewittern die Hagelabwehrbereitschaft initiieren (Kapitel 4.3.1). Während eines Hagelabwehreinsatzes sind aktuelle Informationen über die Wettersituation (z.B. Intensität und Höhe einer Gewitterwolke) relevant, um ein an die Wettersituation angepasstes Seeding betreiben zu können (Kapitel 2.1.5).

Mittels Wetterradar kann der Niederschlag (Regen, Schnee, Hagel), der aus den Wolken ausfällt, erfasst werden. Die über das Radar ausgesandten Mikrowellen werden

²⁹ Quelle: Privatarchiv

³⁰ vgl. Steinberg (2006), S.4

je nach Niederschlagsmenge unterschiedlich intensiv reflektiert, vom Radar erfasst und in Niederschlagsraten [mm/h] umgerechnet. Die Entfernung des Niederschlags wird vom Radar über Sende- und Empfangszeitpunkt der Mikrowellen ermittelt. Eine vollständige räumliche Zuordnung des Niederschlags liefern die Angaben über die horizontale und vertikale Ausrichtung der Radarantenne. Ein dadurch ermitteltes Radarbild stellt die reale Wolkensituation grafisch dar (Abb. 5).³¹

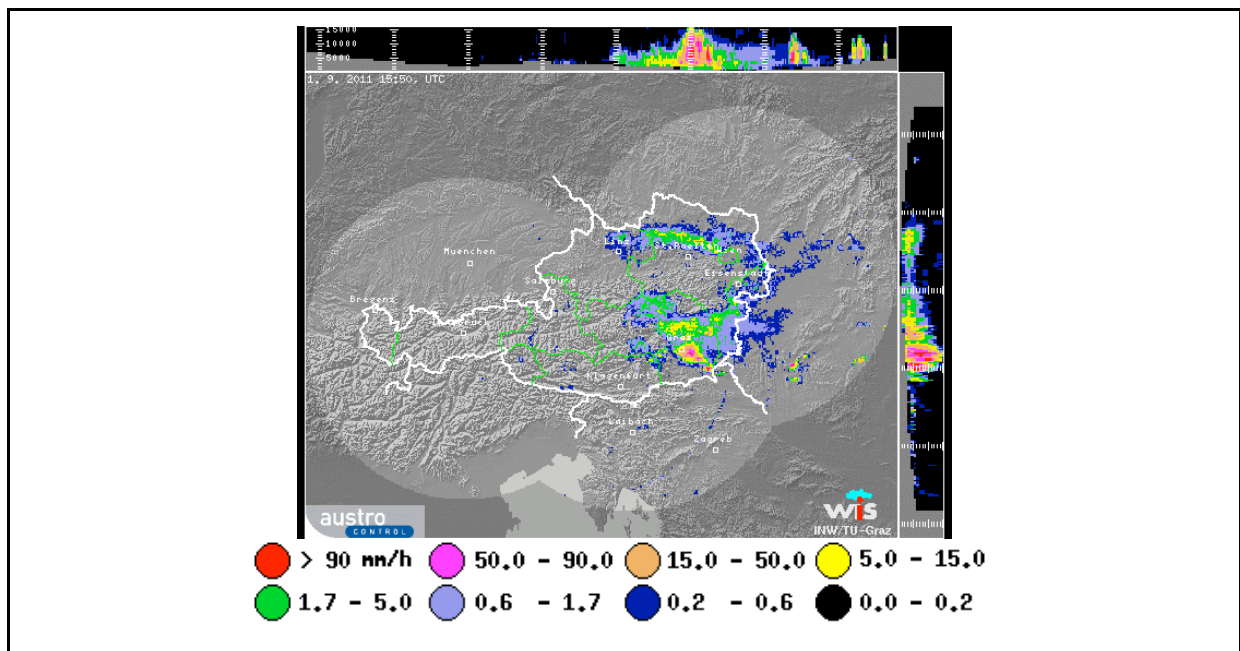


Abbildung 5: Wetterradarbild³²

Der Ort des Niederschlags wird auf der Karte des Radarbildes ersichtlich. Die verschiedenen Farbstufungen (Legende) stellen die Niederschlagsintensität dar. Mittels der seitlich und obenliegenden Höhenskala [km] kann die Höhe des Niederschlagsbereichs ermittelt werden.

Wetterprognosen, ein aktuelles Wetterradarbild sowie Satellitenbilder und Blitzdaten sind für die Hagelabwehr von enormer Bedeutung. Vor und während des Hagelabwehreinsatzes liefern diese meteorologischen Daten, gepaart mit Informationen von Wetterbeobachtern und der Beurteilung der Hagelabwehrpiloten vor Ort, die Basis für die erfolgreiche Durchführung der Hagelabwehr.

³¹ vgl. Austro Control, Zugriffsdatum: 19.03.2012

³² Austro Control, Zugriffsdatum: 01.09.2011

2.1.7 Zusammenfassung der Funktion der Hagelabwehr

Anhand der meteorologischen Grundlagen konnte die Gewitterentstehung und die Hagelbildung beschrieben werden. Hypothesen, welche die Wirkung von eingebrachtem Silberjodid in eine Wolke erklären, geben Aufschluss über die Seedingmethoden, die bei einer aktiven Hagelabwehr zum Einsatz kommen. Anhand aktueller Wetterdaten ist es möglich potenzielle Gewitterwolken zu identifizieren und diese rechtzeitig mit Silberjodid zu impfen, um die Hagelgefahr zu verringern.

2.2 Instandhaltung

In diesem Kapitel werden die theoretischen Grundlagen der Instandhaltung dargestellt, die für diese Arbeit notwendig sind.

Die Instandhaltung kann in einem übergeordneten System, dem Grazer Modell für Industrielles Management nach Wohinz, betrachtet werden.

Das Grazer Modell (Abb. 6) gliedert Industrielles Management in drei Zonen:³³

- Die Kernzone mit Basismodulen als gedankliche Grundlagen des Industriellen Managements
- Die Differenzierungszone mit Funktionsmodulen, welche die funktionalen Schwerpunkte im Industriellen Management behandeln
- Die Integrationszone mit Kooperationsmodulen als Ausdruck der funktionsübergreifenden Ansätze zur Zusammenarbeit im Industriellen Management

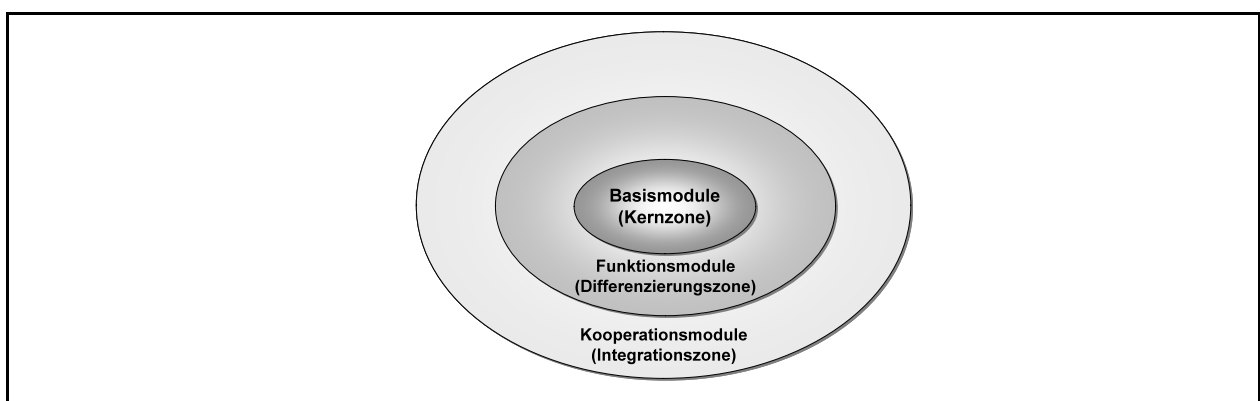


Abbildung 6: Das Grazer Modell für Industrielles Management³⁴

³³ vgl. Wohinz (2003), S.37

³⁴ Wohinz (2003), S.38

Die betriebliche Instandhaltung kann als Teil des Anlagenmanagements gesehen werden. Anlagenmanagement wird im Grazer Modell als Funktionsmodul eingegliedert. Unter Anlagenmanagement wird die Gestaltung, Lenkung und Entwicklung technischer Einrichtungen verstanden, um betriebliche Wertschöpfungsprozesse zu sichern. Ein Aufgabenschwerpunkt des Anlagenmanagement ist die betriebliche Instandhaltung, die eine Sicherung der Anlagenverfügbarkeit gewährleistet.³⁵

2.2.1 Begriffe der Instandhaltung

Bevor die Begriffe der Instandhaltung geklärt werden, wird die Einordnung der Instandhaltung in einem globalen System betrachtet.

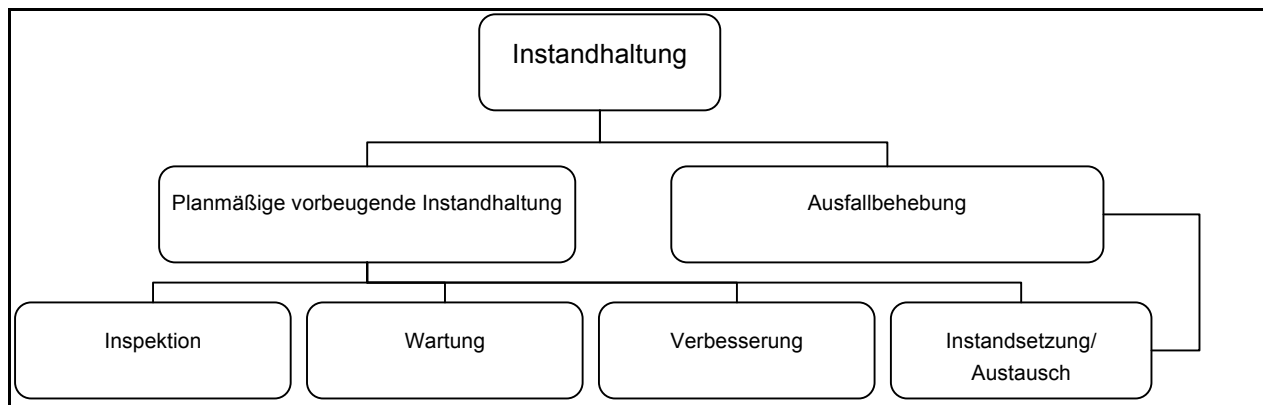
Unter Instandhaltung versteht man nach DIN 31051 die *“Kombination aller technischen und administrativen Maßnahmen sowie Maßnahmen des Managements während des Lebenszyklus einer Betrachtungseinheit zur Erhaltung des funktionsfähigen Zustandes oder der Rückführung in diese, so dass sie die geforderte Funktion erfüllen kann.“*³⁶

Bei einer grundsätzlichen Gliederung der Instandhaltung wird zwischen der geplanten Instandhaltung, als planmäßige vorbeugende Instandhaltung und der ungeplanten Instandhaltung, als Ausfallbehebung unterschieden. Die Instandhaltungsmaßnahmen der geplanten Instandhaltung werden vorausblickend durchgeführt, um Schäden, Folgeschäden und Produktionsausfällen vorzubeugen. Eine ungeplante Instandhaltung (Ausfallbehebung) wird bei einem Schadenseintritt erforderlich und dient bei Teil- und Totalausfällen zur Wiederherstellung des Soll-Zustandes.³⁷

³⁵ vgl. Wohinz (2003), S.160

³⁶ DIN (2003), S.3

³⁷ vgl. Wohinz (2003), S.165f.

Abbildung 7: Maßnahmen der Instandhaltung³⁸

Folgende Maßnahmen ergeben sich bei der Instandhaltung (Abb. 7):³⁹

Bei der Inspektion wird der Ist-Zustand einer technischen Einrichtung erfasst und mit dem Soll-Zustand verglichen. Die Inspektion ist eine reine Informationsmaßnahme, bei der folgende Tätigkeiten unterschieden werden können: Feststellen des Zustandes von technischen Einrichtungen, Beurteilen des Zustandes, Auswerten der Zustandsinformationen, Bestimmen der Ursache der Abnutzung, Fehleranalyse und weitere Maßnahmen, die aufgrund des beurteilten Zustandes erforderlich werden, veranlassen.

Wartungsmaßnahmen sind danach ausgerichtet, den Soll-Zustand einer technischen Einrichtung zu erhalten. Sie verringern die Abnutzungsgeschwindigkeit und erhöhen die Lebensdauer einer technischen Anlage. Folgende Tätigkeiten werden bei einer Wartung durchgeführt: Reinigen, Konservieren, Nachstellen, Schmieren, Ergänzen (Nach- und Auffüllen von Hilfsstoffen), Auswechseln (Ersetzen von Hilfsstoffen und Kleinteilen).

Die Verbesserung als Teil der Instandhaltung hat das Ziel, die Funktionssicherheit einer technischen Anlage zu erhöhen. Eine solche Maßnahme wäre zum Beispiel das Beseitigen von Schwachstellen (Ausfall häufiger als die geforderte Verfügbarkeit, DIN 31051). Grundsätzlich unterscheidet man zwischen Änderung und Verbesserung. Die Änderung einer Betrachtungseinheit, damit eine geänderte Funktion erfüllt werden kann, zählt nicht zur Instandhaltung. Eine Verbesserung der Betrachtungseinheit mit dem Zweck dieselbe Funktion mit höherer Funktionssicherheit zu erfüllen, ist Teil der Instandhaltung.

³⁸ Matyas (2008), S.29

³⁹ vgl. Matyas (2008), S.29ff.

Unter Instandsetzung werden Maßnahmen zur Wiederherstellung eines Soll-Zustandes verstanden. Die Instandsetzung kann in folgende Teilmaßnahmen unterteilt werden: Ausbessern (Instandsetzen durch Bearbeiten), Austauschen (Instandsetzung durch Ersetzen), Einstellen.

Als Ziel der Instandhaltung werden die Sicherheit und die definierte vorgegebene Anlagenverfügbarkeit bei minimalen Instandhaltungskosten gesehen. Um dieses Ziel zu erreichen werden dementsprechend die Eingriffszeitpunkte der Instandhaltungsmaßnahmen optimiert und ausgerichtet.⁴⁰

2.2.2 Funktionsstörung – Ausfall

Jede Abweichung von der vom Benutzer geforderten Leistung ist eine Funktionsstörung.⁴¹

Die Beendigung der Fähigkeit einer Betrachtungseinheit eine geforderte Funktion zu erfüllen, wird nach DIN 31051 als Ausfall bezeichnet. Klar dazu abgegrenzt gilt ein Fehler als Zustand einer Betrachtungseinheit, in dem sie unfähig ist, eine geforderte Funktion zu erfüllen (Ausgenommen bei Wartung, geplanten Maßnahmen, oder Fehlen äußerer Mittel).⁴²

Als Ursache gelten in diesem Zusammenhang Einflüsse, die zu einer Funktionsstörung oder einem Ausfall beziehungsweise Fehler führen.

Allgemein lassen sich folgende drei Arten von Ausfällen beschreiben:⁴³

- Frühausfälle, deren Ursache in Fehlern der Konstruktion und Fertigung, Zusammenbau oder bei der Einstellung liegen und daher relativ früh nach der erstmaligen Inbetriebnahme auftreten.
- Zufallsausfälle treten meist während der Normallaufzeit einer technischen Anlage auf und werden durch Zusammenwirken ungünstiger Ursachen verursacht (Überlastung, Bedienungsfehler, usw.).
- Verschleißausfälle werden hervorgerufen durch Abnutzungs- und Alterungserscheinungen (Korrosion, Werkstoffveränderungen, Ablagerungen, usw.). Sie treten vermehrt gegen Ende der Lebensdauer eines Bauteils auf.

⁴⁰ vgl. Biedermann (2008), S.13.

⁴¹ vgl. Reichl (2000), S.125

⁴² vgl. DIN 31051 (2003), S.7f. und Matyas (2008), S.30

⁴³ vgl. Wohinz (2005/2006), Kap.4, S.16

Der Verlauf der Ausfallrate in Abhängigkeit von der Zeit ergibt die Charakteristik der sogenannten "Badewannenkurve" (Abb. 8).

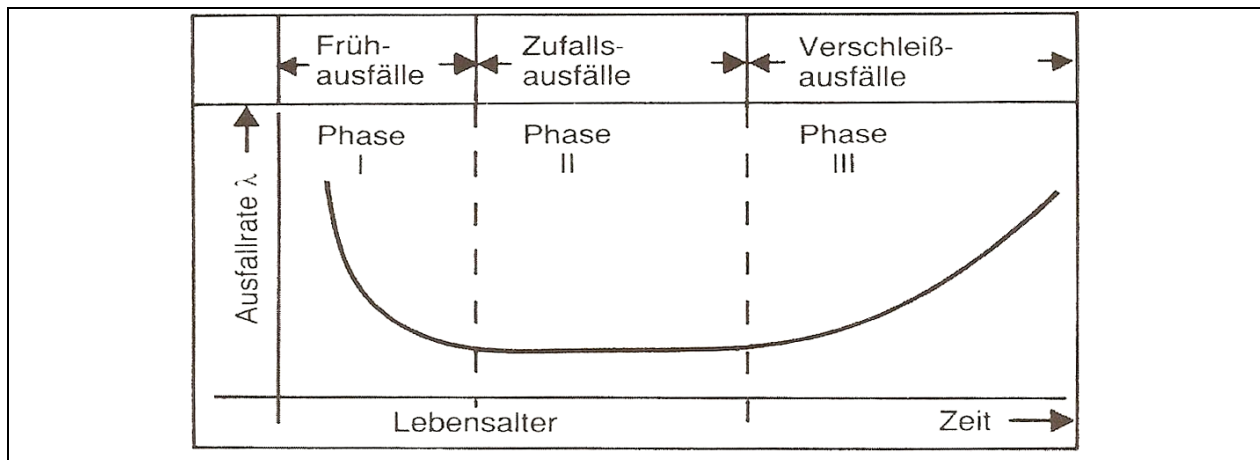


Abbildung 8: Badewannenkurve⁴⁴

Ausfälle können bezüglich ihrer Ausfallcharakteristik in zwei Gruppen unterteilt werden:⁴⁵

- Ausfälle nach Nutzungsdauer mit unterschiedlichem Abbau des Abnutzungsvorrates (verlaufende Charakteristik)
- Ausfälle nach Nutzungsdauer mit schlagartigem Abbau des Abnutzungsvorrates (sprunghafter Charakter)

Unter Abnutzungsvorrat wird der Vorrat einer möglichen Funktionserfüllung unter festgelegten Bedingungen verstanden.⁴⁶

In der Praxis treten häufig Mischformen dieser Ausfallcharakteristika auf.⁴⁷

Um Ausfallursachen zu systematisieren und zu analysieren, kann das "Ishikawa Diagramm" (Ursache-Wirkungs Diagramm) verwendet werden. Das Ishikawa Diagramm stellt die Beziehungen zwischen Ursache und Wirkung grafisch dar (Abb. 9). Bekannte Ursachen werden in Haupt- und Nebenursachen zerlegt. Es liefert schnell und übersichtlich mögliche Ursachen eines Ausfalls.⁴⁸

⁴⁴ REFA (1985) MLPS, Teil 4, zitiert in Wohinz (2005/2006), Kap.4, S.16

⁴⁵ vgl. Biedermann (2008), S.11f.

⁴⁶ vgl. DIN 31051 (2003), S.5

⁴⁷ vgl. Biedermann (2008), S.12

⁴⁸ vgl. Wohinz (2003), S.262

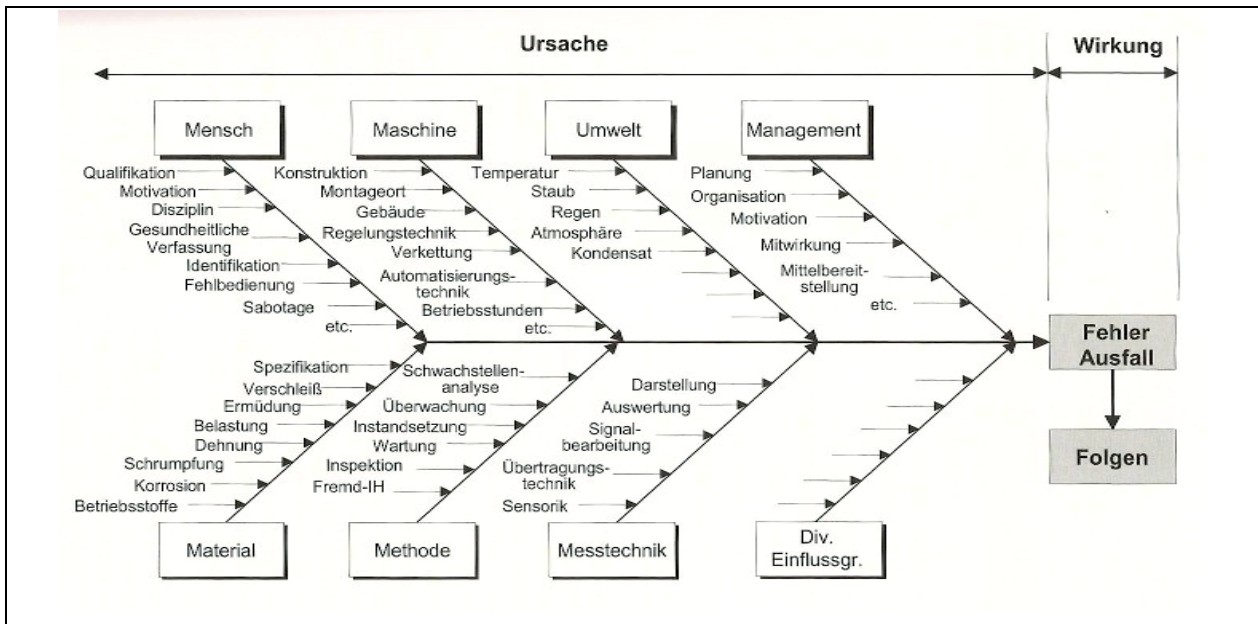


Abbildung 9: Ishikawa Diagramm (Ursache-Wirkung-Diagramm) ⁴⁹

2.2.3 Instandhaltungsstrategien

Die Instandhaltung kann als "Verteidigungssystem" gegen Schäden an einer technischen Anlage gesehen werden. Regeln die angeben, zu welchem Zeitpunkt welche Aktionen an welchem Bauteil einer technischen Anlage vorgenommen werden sollen, werden als Instandhaltungsstrategie bezeichnet. Ein gefordertes Maß an Verfügbarkeit, Sicherheit und Wirtschaftlichkeit einer technischen Anlage, verlangt eine dementsprechende Strategie in der Instandhaltung. Durch eine Analyse (Kap. 2.2.4) kann festgestellt werden, mit welcher Instandhaltungsstrategie die geforderten Parameter erfüllt werden können. Ein umfassendes Instandhaltungskonzept ist meist ein optimaler Mix aus unterschiedlichen Instandhaltungsstrategien. ⁵⁰

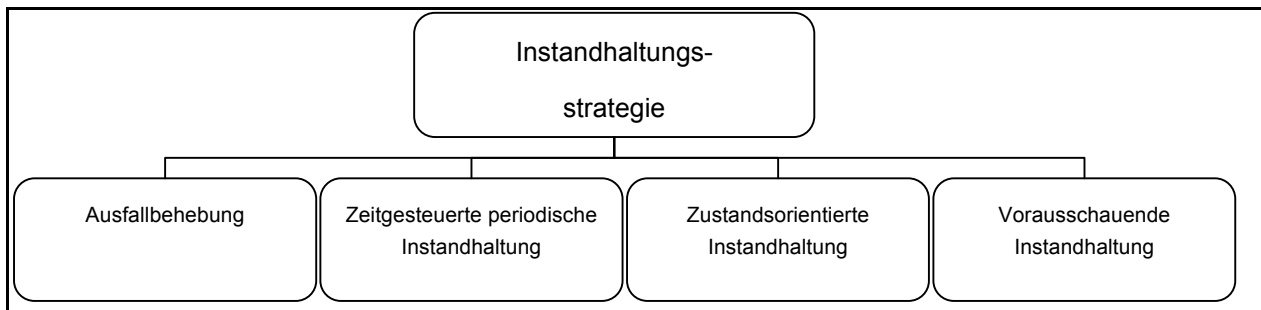


Abbildung 10: Gliederung der Instandhaltungsstrategien ⁵¹

⁴⁹ Hartmann (1998), zitiert in Matyas (2008), S.43

⁵⁰ vgl. Matyas (2008), S.112ff.

⁵¹ DKIN Empfehlung Nr.2 (1980), zitiert in Matyas (2008), S.113

Grundsätzlich kann zwischen folgenden Instandhaltungsstrategien unterschieden werden (Abb. 10):⁵²

- Ausfallbehebung: Bei dieser schadensorientierten Strategie wird eine Maschine ohne großen Aufwand für Wartung und Inspektion solange betrieben, bis ein Schadensfall eintritt. Ein Schadensfall führt daher oft zur Zerstörung der Maschine. Der Vorteil eines maximalen Wartungsintervalls steht dem Nachteil eines plötzlichen unerwarteten Stillstandes und den Folgekosten gegenüber. Mithilfe von geplanten Maßnahmen wird die Stillstandzeit bei der Behebung des Schadens wesentlich kürzer, als bei ungeplanten Maßnahmen.
- Zeitgesteuerte, periodische Instandhaltung: Bei Einsatz dieser Methode werden Baugruppen planmäßig in bestimmten Zeitintervallen, unabhängig von ihrem tatsächlichen Zustand, "präventiv" überholt oder ausgetauscht. Eine sinnvolle Anwendung findet diese Methode, wenn Auswirkungen auf die Sicherheit und Umwelt zu befürchten sind, die ungefähre Lebensdauer bekannt ist und der Großteil der übrigen Anlagenkomponenten bis zum Zeitpunkt der geplanten Überholung funktionstüchtig bleibt. Die Anpassung der vorbeugenden Instandhaltungsintervalle an den tatsächlichen Nutzungsvorrat der Teile ist notwendig, um die Instandhaltungskosten und Anlageausfallkosten mit den verbundenen Folgekosten gering zu halten. Jedoch erweist sich die Bestimmung der Zeitintervalle zwischen den präventiven Instandhaltungsaktionen als äußerst komplex. Grund dafür sind folgende Einflussfaktoren:
 - Unterschiedliche mittlere Zeit zwischen zwei Schäden MTBF (Mean Time Between Failures) bei verschiedenen Komponenten einer technischen Anlage erfordern unterschiedliche Intervalle bei periodisch durchzuführenden Instandhaltungstätigkeiten.
 - Durch die Streuung der Nutzungsdauer der Anlage verkürzt sich das mittels der MTBF berechnete Instandhaltungsintervall, wenn die Folgen eines ungeplanten eingetretenen Schadens verhütet werden sollen. Die Berechnung des Instandhaltungsintervalls muss sich nach der Mindestnutzungsdauer richten, die aufgrund der Streuung kürzer ist als die MTBF.

⁵² vgl. Matyas (2008), S.112ff.

- Lückenhafte Schadensdokumentation verhindert genaue Berechnungen des Instandhaltungsintervalls, da durch Fehlen von Informationen keine statistisch brauchbaren Daten gewonnen werden können.

Für die Erstellung von Instandhaltungsplänen sind die Kenntnisse von MTBF, Häufigkeitsverteilung und bisherige Schadenserfahrung und Schadensdokumentation von großer Bedeutung.

Unter Mean Time Between Failures (MTBF) wird die mittlere Zeit zwischen zwei Schäden, die für eine Komponente einer Anlage zu erwarten ist, verstanden.

MTBF kann mit folgender Formel dargestellt werden:⁵³ $MTBF = \frac{\sum t}{n}$

t...Zeit zwischen zwei aufgetretenen Schäden

n...Anzahl der Schäden

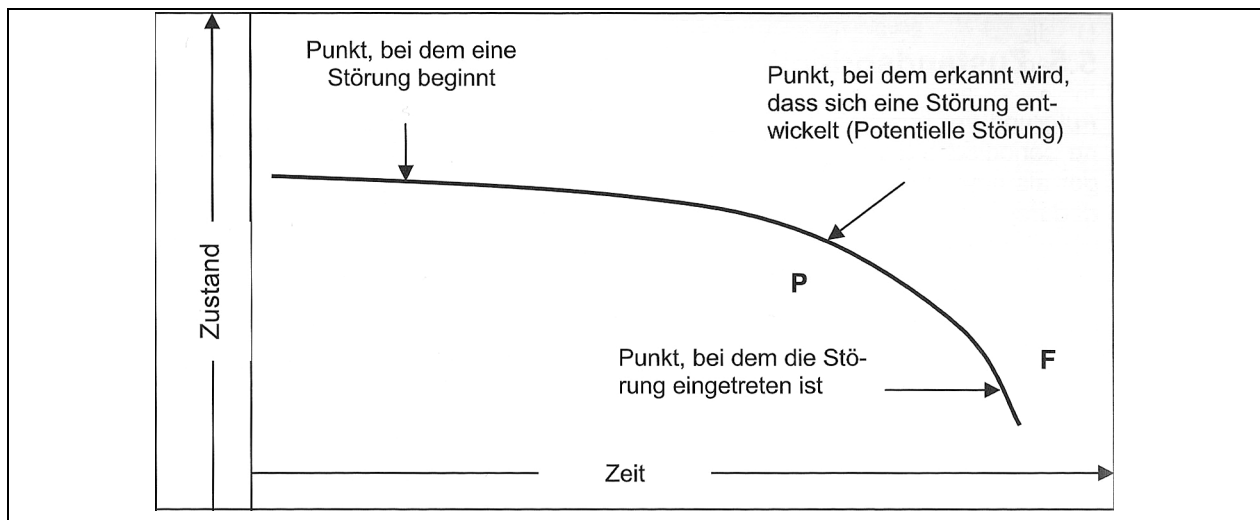
Allerdings sind MTBF-Werte selten verfügbar.

“In den meisten Fällen muss man sich mit Schätzungen der Instandhaltung (die übrigens in der Regel ganz gut sind) zufrieden geben.”⁵⁴

- Zustandsorientierte Instandhaltung: Die Instandhaltung wird nach dieser Strategie in Abhängigkeit vom Abnutzungsgrad des Instandhaltungsobjektes durchgeführt. Um rechtzeitig über die Abweichungen von der geforderten Leistungsfähigkeit der Anlage informiert zu werden, wird ein geeignetes Überwachungs- und Diagnosesystem benötigt. Bei der zustandsorientierten Instandhaltung geht man davon aus, dass die meisten Funktionsstörungen nicht schlagartig auftreten. In einer “PF-Kurve” wird dies ersichtlich (Abb. 11):

⁵³ vgl. Vicorpower, Zugriffsdatum: 22.03.2012

⁵⁴ Reichl (2000), S.131

Abbildung 11: PF-Kurve⁵⁵

Die Zeit zwischen P und F wird als Vorwarnzeit bezeichnet und kann unterschiedliche Größen annehmen. Je länger die Vorwarnzeit ist, desto mehr Zeit bleibt für die Einleitung von Gegenmaßnahmen, um eine Störung zu verhindern.

Der Vorteil dieser Strategie liegt in der Ausnutzung der Lebensdauer, der gegenüber der Nachteil des Aufwandes der Inspektion steht. Es wird nicht nur der aktuelle Zustand betrachtet (Zustandsüberwachung), sondern es werden auch Prognosen aus den Trends der Messwerte erstellt, um einen optimalen Instandsetzungszeitpunkt vorausberechnen zu können.⁵⁶

- Vorausschauende Instandhaltung: Ziel der vorausschauenden Instandhaltung ist es, Störungen zu verhindern, bevor sie auftreten. Grundsätzlich muss im Vorfeld geklärt werden, ob dies technisch machbar ist und ob es sich lohnt.

Verdeckte Störungen sind Störungen, die von einer Zustandsüberwachung (siehe oben) nicht erkannt werden. In der vorausschauenden Instandhaltung werden Fehlersuchmaßnahmen entwickelt, um auch verdeckte Fehler zu entdecken und zu beheben. Eine in diesem Sinne geplante Fehlersuche verlangt ein regelmäßiges Überprüfen der Funktionstüchtigkeit verdeckter Funktionen. In welchem Intervall diese Überprüfungen stattfinden, hängt von der gewünschten Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit der Anlage und nicht zuletzt von der Bereitschaft, diese Instandhaltungskosten zu tragen, ab.

⁵⁵ Matyas (2008), S.118

⁵⁶ vgl. Wohinz (2005/2006), Kap.4, S.19

2.2.4 Auswahl der Instandhaltungsstrategie

Je komplexer eine technische Anlage aufgebaut ist und je mehr verschiedene Komponenten in einer technischen Anlage vorhanden sind, desto unterschiedlicher wird das Fehlerverhalten dieser Anlage sein. Um einen Ausfall bei einem geringen Instandhaltungskostenniveau verhindern zu können, bedarf es eines optimal abgestimmten Mix aus verschiedenen Instandhaltungsstrategien.

In der Luftfahrtindustrie wurde 1967 ein Instandhaltungsprogramm für die damals neue Boeing 747 entwickelt. Dieses Dokument ist als MSG-1 bekannt. Der Anstoß für die Entwicklung eines neuen Instandhaltungsprogramms ergab sich aus einer Untersuchung in der Luftfahrt die aufzeigte, dass eine geplante Überholung die Gesamtzuverlässigkeit eines komplexen Anlageteiles nur wenig beeinflusst, außer die technische Einheit hat eine dominante Störungsart. Ziel von MSG-1 war es, ein Maximum an Sicherheit und Zuverlässigkeit bei einem Minimum an Kosten zu gewährleisten, was mit diesem Ansatz auch gelang. Die Ursache der erfolgreichen Instandhaltung nach MSG-1 resultierte aus dem verbesserten Verständnis von Störungsprozessen und den damit verbundenen effektiver gesetzten, vorbeugenden Maßnahmen für die Instandhaltung. MSG-1 wurde weiterentwickelt und wird heute in der Luftfahrt als MSG-3 verwendet. Die von der Luftfahrt verwendete Instandhaltungsmethode wurde generalisiert und wird heute als RCM (Reliability Centered Maintenance), eine zuverlässigkeitsorientierte Instandhaltung, auch in anderen Branchen erfolgreich eingesetzt.⁵⁷

RCM (Reliability Centered Maintenance) ist ein optimaler Mix aus Ausfallbehebung, zeitgesteuerter periodischer Instandhaltung, zustandsorientierter Instandhaltung und vorausschauender Instandhaltung. Anhand dieser Methode ist es möglich eine individuelle Strategie für die Instandhaltung einer technischen Anlage nach den Gesichtspunkten der Gesamtkostenminimierung, Zuverlässigkeitsmaximierung, Sicherheitsmaximierung, bei aufgebrachtem und angemessenem Maß an Instandhaltung, zu entwickeln.⁵⁸

⁵⁷ vgl. Reichl (2000), S.118f.

⁵⁸ vgl. Matyas (2008), S.132

Folgende fünf Grundfragen beschreiben die Analyse, die zur Ermittlung der Instandhaltungstätigkeiten notwendig sind:

1. *“ Welche Funktionen und damit verbundenen Leistungsnormen erfüllt die Maschine unter Berücksichtigung der momentanen Betriebsbedingungen?“*⁵⁹

Hier geht es darum, die Aufgaben der untersuchten Anlage festzulegen und die erwünschte Leistung von der Anlage zu definieren. Die herrschenden Betriebsbedingungen haben Einfluß auf Funktion, Lebenserwartung, Art und Häufigkeit der Störungen.⁶⁰

2. *“Welche Fehlerarten mit welchen Fehlerursachen können auftreten?“*⁶¹

Zuerst wird geklärt auf welche Weise die Maschine in ihrer Funktion gestört wird und gestört werden könnte. Mögliche Fehlerarten und auch verdeckte Fehler werden erfasst. Fehlerarten sind zum Beispiel Verschlechterung des Zustands, Versagen der Schmierung, Schmutz, Auseinanderfallen und menschliche Fehler. Nach der Analyse der Fehlerarten folgt im zweiten Schritt die Analyse nach den Fehlerursachen. Dazu kann das Ishikawa-Diagramm (Kap. 2.2.2) verwendet werden.⁶²

3. *“Welche Folgen und Auswirkungen haben die Fehler?“*⁶³

Hier werden die Folgen und Auswirkungen der Fehler untersucht, um das Störungsverhalten der Anlage zu erörtern.⁶⁴

4. *“Wie kann man den Fehlern vorbeugen?“*⁶⁵

Um Fehler zu verhindern, werden je nach Ausfallcharakteristik (Kap. 2.2.2) und der möglichen Folgen einer geplanten Überholung beziehungsweise eines Austausches, zustandsbedingte Maßnahmen oder vorwegnehmende Maßnahmen angesetzt. Eine geplante Überholung findet im Sinne der zeitgesteuerten periodischen Instandhaltung (Kap. 2.2.3) statt. Zustandsbedingte Maßnahmen ergeben sich aus der zustandsorientierten Instandhaltung (Kap. 2.2.3). Vorwegnehmende Maßnahmen werden auf Basis der vorausschauenden Instandhaltung (Kap. 2.2.3) durchgeführt. Ob vorwegnehmende Maßnahmen

⁵⁹ Matyas (2008), S.133

⁶⁰ vgl. Matyas (2008), S.133ff. und Reichl (2000), S.124ff.

⁶¹ Matyas (2008), S.133

⁶² vgl. Matyas (2008), S.133ff. und Reichl (2000), S.124ff.

⁶³ Matyas (2008), S.133

⁶⁴ vgl. Matyas (2008), S.133ff. und Reichl (2000), S.124ff.

⁶⁵ Matyas (2008), S.133

technisch machbar sind und ob es sich lohnt, kann im dafür entwickelten Auswahlprozess erkannt werden (Abb. 12).⁶⁶

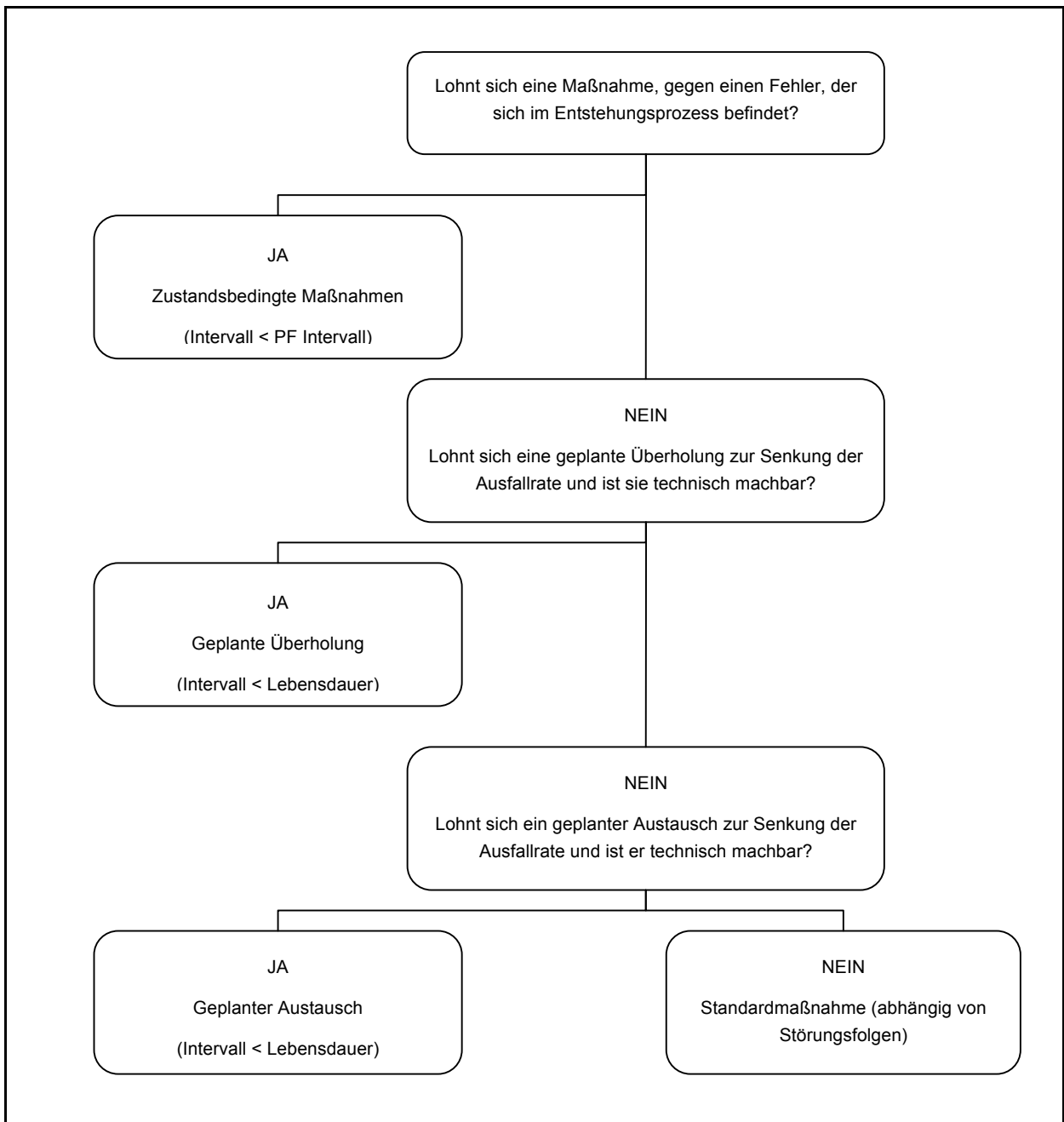


Abbildung 12: Auswahlprozess für vorwegnehmende Instandhaltungsmaßnahmen⁶⁷

⁶⁶ vgl. Matyas (2008), S.133ff. und Reichl (2000), S.124ff.

⁶⁷ Moubray (1996), zitiert in Matyas (2008), S.141

5. "Was ist zu unternehmen, wenn keine annehmbare vorbeugende Lösung gefunden werden kann?"⁶⁸

Falls aus dem Entscheidungsdiagramm (Abb. 12) keine Lösung hervorgeht, muss auf Standardmaßnahmen zurückgegriffen werden, die im folgenden Auswahlprozess (Abb. 13) dargestellt werden.⁶⁹

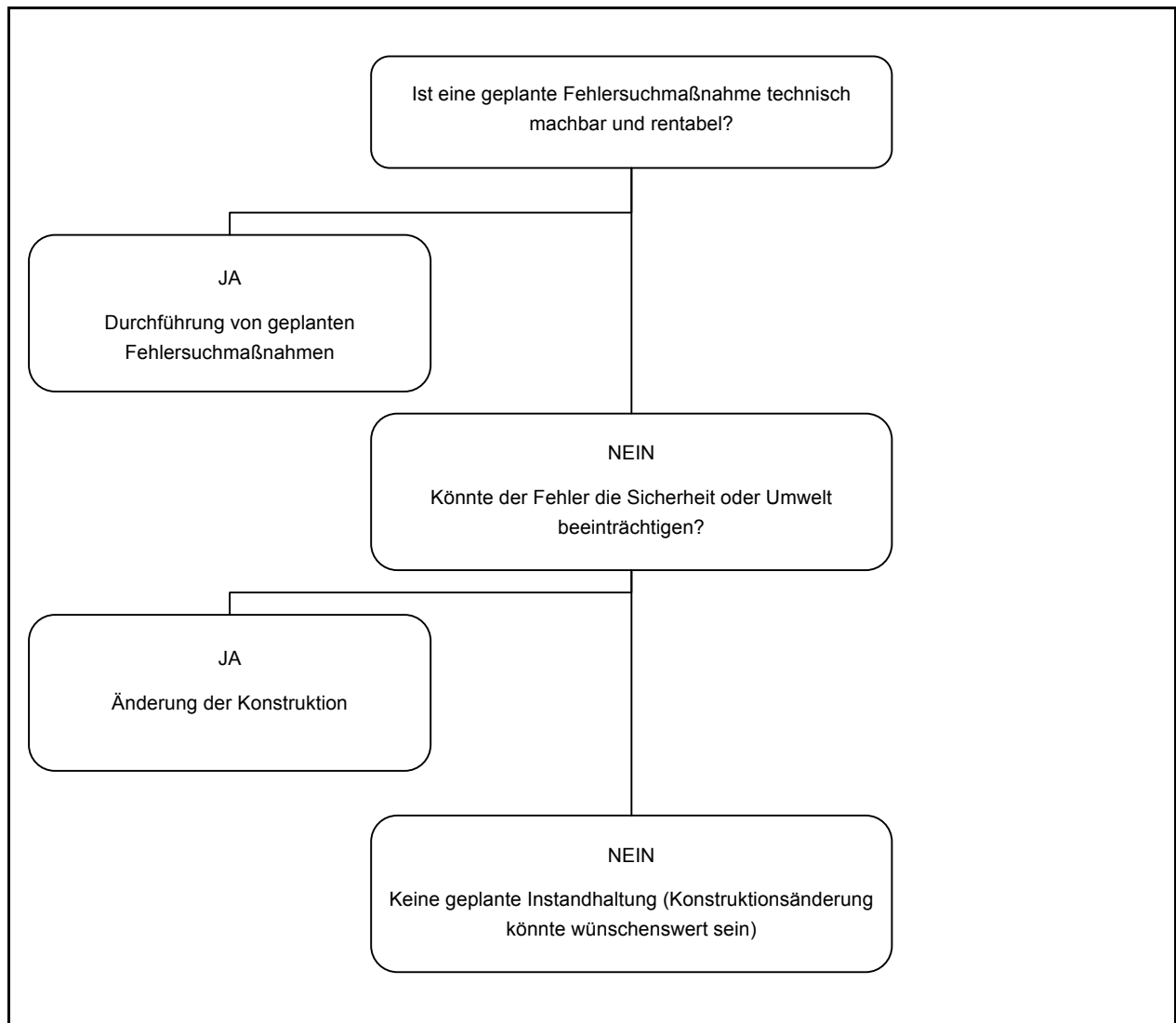


Abbildung 13: Auswahlprozess für Standardmaßnahmen⁷⁰

⁶⁸ Matyas (2008), S.133

⁶⁹ vgl. Matyas (2008), S.133ff.

⁷⁰ Matyas (2008), S.142

Zusammenfassend kann die Auswahl der richtigen Strategie wie folgt dargestellt werden (Tab. 2).

Instandhaltungsstrategie	Wann wird sie angewendet?
Ausfallstrategie	Nichtkritische Anlagen (Sicherheit, Umwelt, Auslastung) Kosten um Fehler zu entdecken oder zu verhindern sind höher als die Ausfallkosten.
Zeitgesteuerte periodische Instandsetzung	Die Anlage hat ein gut dokumentiertes Ausfallverhalten. Zustand der Anlage ist nicht oder erst nach langwierigem Zerlegen erkennbar.
Zustandsorientierte Instandhaltung	Die Anlage fällt zu nicht vorhersehbaren Zeitpunkten aus. Es besteht eine Möglichkeit, den Zustand der Anlage zu erfassen.
Vorausschauende Instandhaltung	Das Ziel ist es, die Ausfallrate für eine vorgegebene Periode zu reduzieren.
Redundanz oder Neukonstruktion	Kritische Anlagen, für die kein anderes Verfahren durchführbar ist.

Tabelle 2: Checkliste für Auswahl der richtigen Instandhaltungsstrategie⁷¹

Das Ergebnis der Analyse lässt einen Instandhaltungsplan mit planmäßig vorbereiteten Instandhaltungsmaßnahmen ausarbeiten, der eine effektive Instandhaltung verspricht.

2.2.5 Zusammenfassung Instandhaltung

Nach Abklärung der notwendigen Begriffe in der Instandhaltung wurden die Maßnahmen für die Instandhaltung aufgezeigt. Um Ausfallursachen zu systematisieren und analysieren wurde die Methode des Ursache-Wirkungsdiagramms vorgestellt. Es folgten grundlegenden Instandhaltungsstrategien und RCM als Methodik zur Auswahl der Strategien. Die erarbeiteten Grundlagen dienen als Basis für die Entwicklung des neuen Instandhaltungsprogramms.

⁷¹ Troyer (1999), zitiert in Matyas (2008), S.143

3 Gesetzliche Rahmenbedingungen

Im Rahmen der Globalisierung hat sich im europäischen Raum die Gesetzeslandschaft für EU Mitgliedsstaaten in vielen Bereichen verändert. Von diesen Änderungen sind auch die ehemaligen nationalen Luftfahrtgesetze nicht ausgeschlossen. Regelungen werden formuliert und umgesetzt, um länderübergreifende Harmonisierung im Bereich der Luftfahrtsicherheit zu erlangen. Im folgenden Kapitel werden die zur Zeit gültigen Grundlagen der gesetzlichen Rahmenbedingungen im Bereich der Luftfahrt behandelt, welche für diese Arbeit notwendig sind. Nach Abklärung der behördlichen Zuständigkeit, der Lufttüchtigkeit von Luftfahrzeugen und Zulassung für Hagelabwehrflüge, werden die relevanten Bestimmungen der Instandhaltung für die Hagelabwehr erfasst. Die Erfassung dieser gesetzlichen Rahmenbedingungen liefert einen wichtigen Bestandteil, um ein neues, gesetzeskonformes Instandhaltungsprogramm zu entwickeln.

3.1 Behördliche Zuständigkeit

Die Europäische Agentur für Luftsicherheit (EASA, European Aviation Safety Agency) hat als Flugsicherheitsbehörde der Europäischen Union für die zivile Luftfahrt "Basic Regulations" (N.216/2008) ausgearbeitet, welche sich über folgende drei Bereiche erstrecken:⁷²

- Airworthiness (Lufttüchtigkeit): Hier sind die Vorschriften für die Grundzulassung bei Luftfahrzeugen (Initial Airworthiness) und die Vorschriften für die Aufrechterhaltung der Lufttüchtigkeit von Luftfahrzeugen (Continuing Airworthiness) verankert.
- Flight Standards (Flugvorschriften): Flugvorschriften für Luftfahrtpersonal
- ATM / ANS (Air Traffic Management / Air Navigation Service): In diesem Bereich befinden sich die Vorschriften für Fluglotsen, Flugverkehrsmanagement und Flugnavigationsservice, Anforderungen für gemeinsame Luftraumverwendung und die Verfahren für Kollisionsvermeidung im Luftraum.

Diese Verordnungen der EASA sind in den EU Ländern von der jeweiligen nationalen Luftfahrtbehörde umzusetzen.

⁷² vgl. EASA, Zugriffsdatum: 20.03.2012

Die Österreichische Luftfahrtbehörde Austro Control, ist für die Adaptierung der EASA Regulations in Österreich zuständig. Für den Bereich der Lufttüchtigkeit und der Zertifizierung von Luftfahrzeugen in Österreich ist die Abteilung ACE (Airworthiness and Certification) der Austro Control verantwortlich.⁷³

3.2 Lufttüchtigkeit

Um ein Luftfahrzeug in Österreich betreiben zu dürfen, muss unter anderem die Lufttüchtigkeit gegeben sein. Die Notwendigkeit für die Ausstellung eines Lufttüchtigkeitszeugnisses ist im Artikel 20 der Verordnung (EC) N.216/2008 (Grundsatzverordnung), gemäß dem „Abkommen von Chicago“ der Internationalen Zivilluft Organisation (ICAO) beschrieben. Die ICAO ist eine weltweite Organisation vereinter Nationen, die im Bereich der zivilen Luftfahrt Reglements erstellt. Im „Abkommen von Chicago“ gründeten die Mitgliedsstaaten 1944 die Grundlage für das internationale Luftfahrtrecht. Gemäß dem „Chicagoer Abkommen“, Artikel 31, haben sich die Mitgliedsstaaten darauf geeinigt, dass für ein Luftfahrzeug, wenn es im internationalen Luftverkehr betrieben wird, vom Mitgliedsstaat in dem es registriert ist, ein Lufttüchtigkeitszeugnis ausgestellt sein oder aufrechterhalten werden muss.⁷⁴

Aus Artikel 4 Absatz 4 der Verordnung (EC) N.216/2008 (Basic Regulations) ergibt sich folgende Einteilung der Luftfahrzeuge:⁷⁵

- Annex I Luftfahrzeuge (EASA-Luftfahrzeuge), die in die Gesetzesregulierung der EASA fallen
- Annex II Luftfahrzeuge (Nationale Luftfahrzeuge), die nach wie vor der österreichischen nationalen Gesetzgebung (ZLLV 2005, Zivilluftfahrzeug – und Luftfahrtgeräte Verordnung) unterliegen.

Für den Nachweis der Lufttüchtigkeit erhalten Annex I Luftfahrzeuge ein Certificate of Airworthiness (CofA), und Annex II Luftfahrzeuge erhalten ein Lufttüchtigkeitszeugnis (LTZ) von der österreichischen Luftfahrtbehörde. Zusätzlich zum Certificate of Airworthiness ist eine jährliche Nachprüfung (Annual Review) gemäß Annual Review Checklist GM durchzuführen. Die Austro Control oder ein dafür zertifizierter Prüfer sind zu dieser Nachprüfung berechtigt und bestätigen nach erfolgreicher Nachprüfung die Lufttüchtigkeit für ein weiteres Jahr im Airworthiness Review Certificate (ARC).⁷⁶

⁷³ vgl. Austro Control: Zugriffsdatum: 20.03.2012

⁷⁴ vgl. Austro Control, Zugriffsdatum: 22.03.2012

⁷⁵ vgl. Austro Control, Zugriffsdatum: 22.03.2012

⁷⁶ vgl. Austro Control, Zugriffsdatum: 22.03.2012

3.3 Zulassung der Hagelabwehranlage

Die Hagelabwehranlagen der Firma Südflug wurden nach dem österreichischen nationalen Zulassungsverfahren zur Verwendung auf dem jeweiligen Luftfahrzeug vor 28. September 2003 als Experimentalzulassung genehmigt. Bei der Überführung der national zugelassenen Hagelabwehrluftfahrzeuge der Firma Südflug auf Annex I Luftfahrzeuge (Luftfahrzeuge mit europäischer Zulassung, Kapitel 3.2), konnten auch die Hagelabwehranlagen mitgenehmigt werden.

Aus der europäischen Verordnung (EC) N.1702/2003 Initial Airworthiness Teil 21 geht hervor, dass jegliche Veränderungen, die von einem EU Mitgliedsstaat vor 28. September 2003 genehmigt und/oder anerkannt wurden, von der EASA als genehmigt gelten. Bei der Verwendung der Luftfahrzeuge mit aufgerüsteter Hagelabwehranlage muss das dafür ausgestellte europäische eingeschränkte Lufttüchtigkeitszeugnis (RcofA, Restricted Certificate of Airworthiness) an Bord mitgeführt werden.⁷⁷

3.4 Bestimmungen für die Instandhaltung der Hagelabwehrflugzeuge

Die Instandhaltung für europäisch zugelassene Luftfahrzeuge ist nach der europäischen Verordnung (EC) N.2042/2003 Continued Airworthiness Annex I Part M durchzuführen.

Der Eigentümer der Luftfahrzeuge hat bei kommerziellem Betrieb der Luftfahrzeuge die Verantwortlichkeit der Aufrechterhaltung der Lufttüchtigkeit mit vertraglicher Verpflichtung einem Unternehmen (CAMO, Continued Airworthiness Management Organisation) zu übertragen.⁷⁸

Ein gemäß (EC)N.2042/2003 Anhang I Unterabschnitt F zertifizierter Luftfahrzeug Instandhaltungsbetrieb ist berechtigt, die Instandhaltung von europäisch zugelassenen Luftfahrzeugen nach einem gemäß Part M genehmigten Instandhaltungsprogramm durchzuführen.⁷⁹

Grundsätzlich wird bei einem Luftfahrzeug nach einer bestimmten Betriebsstundenanzahl ein Check gemäß dem gültigen Instandhaltungsprogramm von einem dafür berechtigten Instandhaltungsbetrieb durchgeführt. Zusätzlich sind

⁷⁷ vgl. Austro Control, Zugriffsdatum: 22.03.2012

⁷⁸ vgl. Part M (2003), MA.201 (e)

⁷⁹ vgl. Part M (2003), MA.601

bestimmte Checks zeitmäßig befristeten Intervallen unterworfen. Die Durchführung der Checks hat in einer Betriebsstundentoleranz beziehungsweise zeitlich befristeten Toleranz zu erfolgen, welche vom Luftfahrzeughersteller oder der Behörde festgelegt wird.⁸⁰

3.5 Bestimmungen für die Instandhaltung der Hagelabwehranlagen

Mit der europäischen Zulassung der Hagelabwehrflugzeuge und der Hagelabwehranlagen der Firma Südflug (Kapitel 3.3), wurden auch die gültigen "AFM Supplements" (Aircraft Flight Manual Supplements, Anhänge zu den Flughandbüchern der Luftfahrzeuge) für Hagelabwehrflüge genehmigt. Die in diesen AFM Supplements beschriebene Instandhaltung der Hagelabwehranlagen (Kapitel 5.2) ist nicht konform mit dem Instandhaltungsprogramm nach Part M (EC) N.2042/2003.

Dies ist unter anderem ein Anstoß für diese Arbeit, um ein neues Instandhaltungsprogramm zu entwickeln, welches mit den europäischen Gesetzen harmonisieren soll.

Grundsätzlich sind folgende notwendige Inhalte für ein Instandhaltungsprogramm gemäß Part M zu beachten:⁸¹

- MA 201: Die Verantwortlichkeit zur Aufrechterhaltung der Lufttüchtigkeit ist zu klären (Halter / CAMO, Instandhaltungspersonal).
- MA 202: Die Meldepflicht besonderer Ereignisse, welche die Flugsicherheit ernsthaft gefährden, muss angegeben werden (Occurrence Report).
- MA 302 (b): Das Instandhaltungsprogramm muss von der Behörde genehmigt sein.
- MA 302 (e): Das Instandhaltungsprogramm muss Angaben zu allen ausführenden Instandhaltungsarbeiten beinhalten, einschließlich ihrer Häufigkeit (IFCA, Instructions for Continued Airworthiness).
- MA 302 (g): Das Instandhaltungsprogramm muss in regelmäßigen Abständen überprüft und wenn nötig geändert werden (Revision).
- MA 305 (h): Die Abwicklung der Aufzeichnungspflicht und Aufbewahrungspflicht von Instandhaltungsarbeiten muss geregelt sein (Dokumentation).

⁸⁰ vgl. LTH 36 (2001)

⁸¹ vgl. Part M (2003)

- MA 307 (b): Bei einem Übertrag der Verantwortlichkeit zur Aufrechterhaltung der Lufttüchtigkeit an eine CAMO, muss die Übergabe der Aufzeichnungen über die Aufrechterhaltung der Lufttüchtigkeit an die CAMO sichergestellt sein (Dokumentation für Überwachung bereitstellen).
- MA 706 (j): Personen, welche eine Instandhaltung durchführen, müssen mit Titel und Namen angegeben werden.

Berechtigungsabgrenzung zwischen Instandhaltungspersonal der Hagelabwehranlage und Instandhaltungspersonal für Luftfahrzeuge:

- Die Instandhaltung der Hagelabwehranlage wird vom Instandhaltungspersonal des Hagelabwehrbetreibers durchgeführt. Eine entsprechende Einschulung des Instandhaltungspersonals hat vom Hersteller der Hagelabwehranlage oder von bereits eingeschultem Personal zu erfolgen.
- Der Einbau der Hagelabwehranlage in das Luftfahrzeug, beziehungsweise der Ausbau, wird vom Instandhaltungspersonal des Hagelabwehrbetreibers durchgeführt, muss aber auf alle Fälle von einem Luftfahrzeugwart eines europäisch zugelassenen Instandhaltungsbetriebes kontrolliert und dementsprechend bestätigt werden.
- Alle Instandhaltungsarbeiten welche das Luftfahrzeug selbst betreffen, sind von einem Luftfahrzeugwart eines europäisch zugelassenen Instandhaltungsbetriebes durchzuführen (Kap. 3.4).

Gesetzliche Vorschriften für Druckbehälter:

Einige Komponenten der Hagelabwehranlage werden im Betrieb mit Druck beaufschlagt (Kap. 4.2.1). Im Zuge des Zulassungsverfahrens der Hagelabwehranlage wurde eine Druckprüfung der relevanten Teile durchgeführt. Gemäß gültigem AFM Supplement (Aircraft Flight Manual Supplement) wird bezüglich der Instandhaltung der mit Druck beaufschlagten Teile, auf ein "Überprüfen nach gesetzlichen Vorschriften für Druckbehälter" hingewiesen (Kap. 4.4.2). Bei der Entwicklung des neuen Instandhaltungsprogrammes sollen diese überprüfenden Tätigkeiten genauer eruiert werden. Mithilfe der technischen Daten der Hagelabwehranlagen (Kap. 4.2.2) und der folgenden gesetzlichen Vorschriften für Druckbehälter, werden diese überprüfenden Tätigkeiten im Soll-Konzept festgelegt (Kap. 6.3.6).

Werden Behälter oder Rohrleitungen mit mehr als 0,5 [bar] über atmosphärischem Druck als festgesetzten, höchsten Betriebsdruck beaufschlagt, so gelten diese gemäß dem Österreichischen 211. Bundesgesetz (Kesselgesetz §2, §3) als Druckgeräte. Das Kesselgesetz war zum Zeitpunkt der Zulassung für die Hagelabwehranlagen gültig.⁸²

Zum Angleich an die europäische Rechtsvorschrift wurde 1999 das Kesselgesetz (211. Bundesgesetz 1992) in die Druckgeräteverordnung (DGVO) umgewandelt. Die DGVO gilt grundsätzlich für das Inverkehrbringen und die Inbetriebnahme von Druckgeräten.⁸³

Für die Überwachungsmaßnahmen von Druckgeräten gilt die DGÜW-V (2004) Druckgeräteüberwachungsverordnung.⁸⁴

Folgende gesetzliche Grundlagen aus der derzeit gültigen DGVO (Fassung 15.02.2012) und der DGÜW-V (2004) sind notwendig, um die Instandhaltung der relevanten Druckgeräteteile der Hagelabwehranlage zu aktualisieren:⁸⁵

- DGÜW-V §3: Das ermittelte Gefahrenpotential der Druckgeräte ist entscheidend für den Instandhaltungs-Modus. Es wird zwischen hohen Gefahrenpotentialen und niedrigen Gefahrenpotentialen unterschieden.
- DGÜW-V §4: Druckgeräte mit hohen Gefahrenpotentialen sind einer Prüfung und Überwachung durch zugelassene Kesselprüfstellen zu unterziehen.
- DGÜW-V §5: Bei Druckgeräten mit geringem Gefahrenpotential sind Kontrollen durch den Betreiber selbst durchzuführen.
- DGVO §8: Druckgeräte mit niedrigem Gefahrenpotential müssen nach guter Ingenieurpraxis ausgelegt und hergestellt werden, damit ihre sichere Verwendung gewährleistet werden kann.
- DGVO §14: Die Einstufung von Druckgeräten erfolgt nach zunehmenden Gefahrenpotentialen in Kategorien. Die unter Druck gelagerten beziehungsweise geförderten Fluide, werden gemäß den Ziffern 1 und 2 in zwei Gruppen eingeteilt. Zu Gruppe 1 zählen gefährliche Stoffe mit den Eigenschaften welche in §14 Abs. 1 der DGVO aufgelistet sind. Fluide, deren Eigenschaften nicht unter Ziffer 1 aufgelistet sind, zählen zu Gruppe 2.
- DGVO Anhang II: Anhand der Konformitätsbewertungsdiagramme aus Anhang II der DGVO, lässt sich eine bestimmte Modulkategorie ermitteln.

⁸² vgl. Kesselgesetz (1992) §2f.

⁸³ vgl. BMWA (1999), Information RS 33

⁸⁴ vgl. BMWA (2006), Information RS 47

⁸⁵ vgl. DGÜW-V (2004), DGVO (2012)

- DGVO Anhang III: In den unterschiedlichen Modulen wird im Anhang III der DGVO beschrieben, welche Verpflichtungen je nach ermitteltem Modul, bestehen.

Die in diesem Kapitel ausgearbeiteten gesetzlichen Rahmenbedingungen für die Instandhaltung der Hagelabwehranlagen, werden in weiterer Folge als Basis für die Entwicklung eines gesetzlich aktualisierten Instandhaltungsprogramms herangezogen.

3.6 Zusammenfassung der gesetzlichen Rahmenbedingungen

Nach Abklären der behördlichen Zuständigkeit und der Lufttüchtigkeit wurden in diesem Kapitel die aktuellen Bestimmungen für die Instandhaltung der Hagelabwehrflugzeuge und der Hagelabwehranlagen dargestellt. Da einige Komponenten der Hagelabwehranlagen während des Betriebes mit Druck beaufschlagt sind, wurden auch die dafür notwendigen gesetzlichen Vorschriften für Druckbehälter erfasst. Die relevanten gesetzlichen Rahmenbedingungen wurden aus den derzeit gültigen Gesetzestexten herausgefiltert, um des Weiteren ein Instandhaltungsprogramm auf gültiger gesetzlicher Basis zu erstellen.

4 Ist – Analyse

In der Ist-Analyse wird auf die relevanten Faktoren des akuten Zustandes eingegangen, welche die Ausgangssituation für diese Arbeit darstellen. Die aus dieser Analyse gewonnenen Daten und Fakten spiegeln den Ist-Zustand wieder und werden des Weiteren benötigt, um Veränderungen in Richtung Soll-Zustand für die Instandhaltung der Hagelabwehranlagen der Firma Südflug bewirken zu können. Um einen Überblick der Zusammenhänge zwischen den einzelnen Interessensvertretern in der Hagelabwehr darzustellen, wird eine Stakeholder Analyse aus Sicht der Hagelabwehr vorgenommen.

In der technischen Beschreibung der Hagelabwehranlagen der Firma Südflug werden ihre Funktionen mit den geforderten Leistungen dargestellt. Die gegebenen Rahmenbedingungen für den Betrieb der Hagelabwehranlagen werden in der Beschreibung der Verwendung der Hagelabwehranlagen dargestellt. Aus der Analyse der derzeitigen Durchführung der Instandhaltung der Hagelabwehr und den Vorfällen in Bezug auf die Hagelabwehranlagen, werden mögliche Verbesserungspotentiale abgeleitet.

4.1 Stakeholderanalyse

Bei dieser Analyse wird auf die Interessen und Tätigkeiten der Stakeholder in Bezug auf die Hagelabwehr eingegangen, um die notwendigen Zusammenhänge und gegenseitigen Einflüsse der einzelnen Interessensvertreter zu klären.

Ein Stakeholder ist eine Gruppe von Menschen oder eine Einzelperson, welche die Leistung einer Unternehmung beeinflusst bzw. von der Leistung der Unternehmung beeinflusst wird.⁸⁶

In Abbildung 14 werden mögliche Stakeholder aus Sicht der Unternehmung abgebildet.

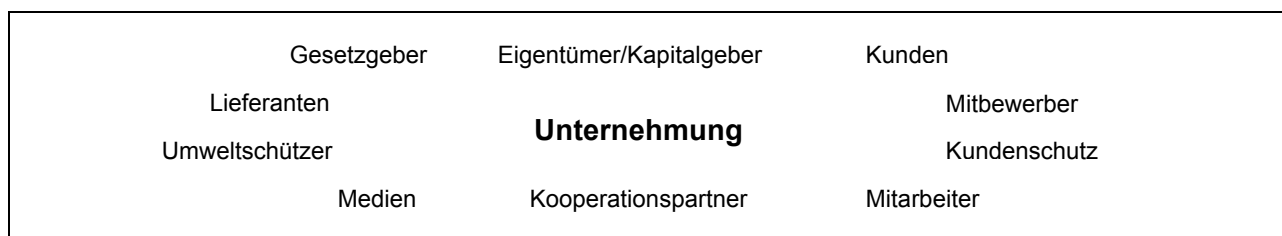


Abbildung 14: Mögliche Stakeholder aus der Sicht der Unternehmung⁸⁷

⁸⁶ vgl. Freeman (1984), S.25

⁸⁷ vgl. Freeman (1984), S.25

4.1.1 Übersicht der Stakeholder

Die Übersicht der Stakeholder aus Sicht der Hagelabwehr (Abb.15), stellt die Interessensvertreter und ihre Vernetzung schematisch dar und klärt ihre Position in der Hagelabwehr.

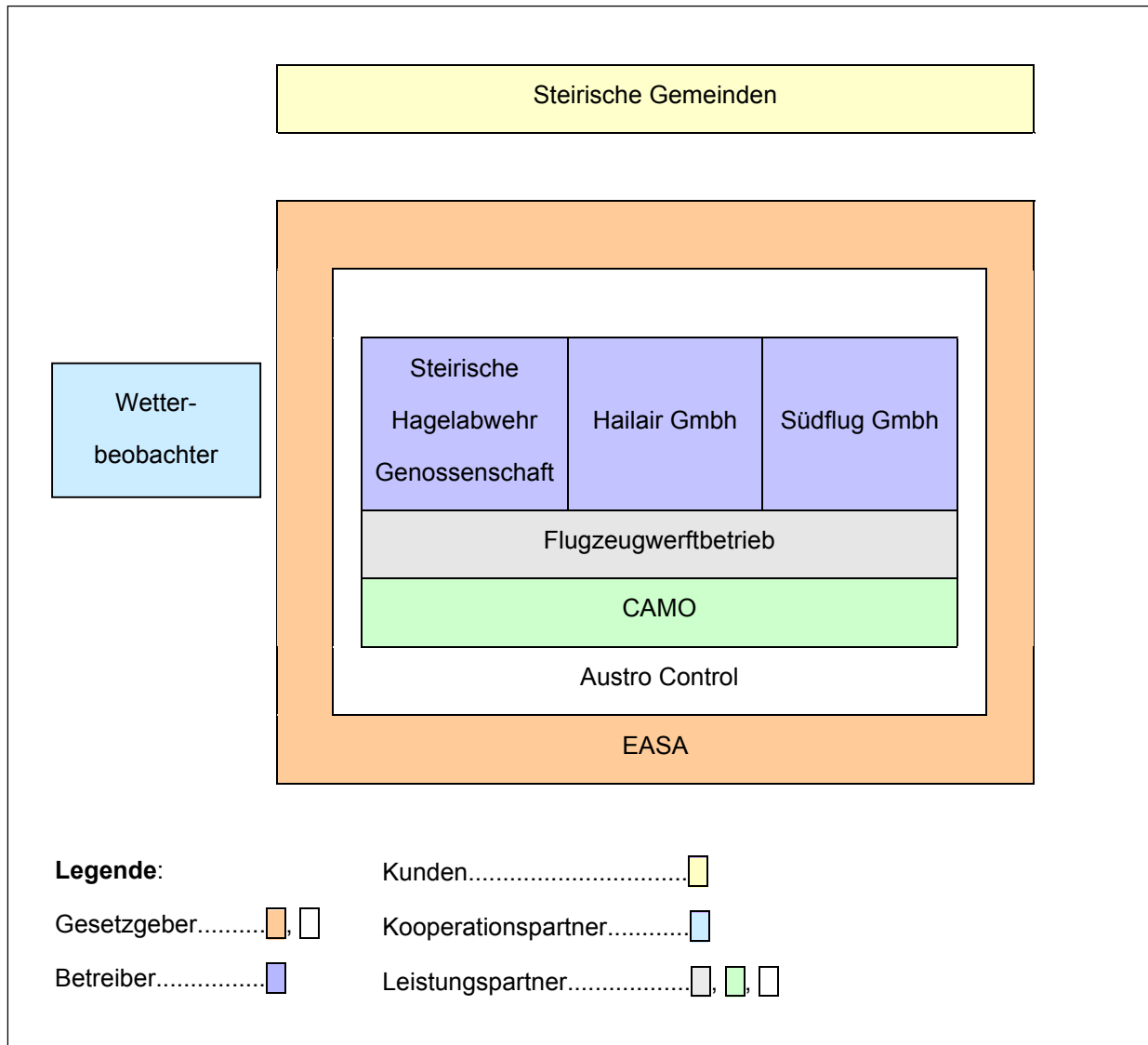


Abbildung 15: Übersicht der Stakeholder aus Sicht der Hagelabwehr

Steirische Gemeinden vergeben den Auftrag an einen der drei Hagelabwehrbetreiber (Steirische Hagelabwehr Genossenschaft, Hailair Gmbh, Südflug Gmbh).

Bei der Ausübung der Hagelabwehr werden die Betreiber von firmenexternen Wetterbeobachtern, die auf freiwilliger Basis Wetterinformationen liefern, unterstützt.

Die Instandhaltung der Luftfahrzeuge wird von genehmigten Flugzeugwerftbetrieben durchgeführt. Durch die neuen gesetzlichen europaweiten Regelungen, ist bei kommerziellem Betrieb von Luftfahrzeugen eine Instandhaltungsmanagementorganisation für die Instandhaltung der Luftfahrzeuge vorgeschrieben (Kap. 3.5). Diese Aufgabe übernimmt ein CAMO-Betrieb.

Die Austro Control, als Österreichische Luftfahrtbehörde, erstreckt sich mit ihrer gesetzgebenden und überwachenden Funktion über den ganzen Bereich der luftfahrtbezogenen Tätigkeiten und Geräte in der Hagelabwehr. Einfluss auf die Gesetzeslage im europäischen Raum nimmt die EASA (Europäische Agentur für Luftsicherheit).

Im folgenden Teil werden die einzelnen Interessensvertreter genauer betrachtet.

4.1.2 Gemeinden

Die Intention einer Gemeinde sich für die aktive Hagelabwehr (Kap. 2.1.5) zu entscheiden, ist der Schutz der Agrarlandschaft, insbesondere der Obstkulturen und des Weinanbaus.

Die Entscheidung zur Teilnahme wird im Gemeinderat beschlossen und ist eine autonome Entscheidung, unabhängig von der Landespolitik. Bezahlt wird eine Pauschale pro Hagelabwehrsaison, die sich mit etwa drei Euro pro Hektar berechnen lässt (Angaben Firma Südflug).

Seitens des Landes Steiermark erfolgt eine Unterstützung in Form von Subventionen im Bereich Wetterprognose (Entwicklung eines eigenen Wetterradars).

4.1.3 Betreiber

Im folgenden Abschnitt werden die einzelnen Betreiber betrachtet.

Die Steirische Hagelabwehr Genossenschaft wurde 1955 gegründet und betrieb die Hagelabwehr für die Steiermark mit Bodengeneratoren und Raketen (Kap. 2.1.5), bevor sie im Jahre 1987 völlig auf den Betrieb mit Flugzeugen umstieg. Ihre Flotte besteht aus drei Flugzeugen vom Typ Cessna 182. Zwei Flugzeuge sind am Flugplatz Weiz und ein Flugzeug ist am Flughafen Graz stationiert. Die Flugzeuge haben je einen Brenngenerator montiert. Ihr Einsatzgebiet umfasst Gemeinden aus den Bezirken Voitsberg, Graz Umgebung, Graz, Weiz, Hartberg und Fürstenfeld und ergibt ein kompaktes Gebiet. In der Zeit von 2. Mai bis 30. September wird die Hagelabwehr

betrieben.⁸⁸ Die Hagelabwehrflugzeiten pro Saison befinden sich etwa im Bereich von 200 Flugstunden pro Saison (Einschätzung des Autors).

Die Hailair Gmbh wurde 1998 gegründet und betreibt die Hagelabwehr für ihre Gemeinden vom Stützpunkt Graz aus. Mit einem Flugzeug vom Typ Cessna 182, auf dem zwei Brenngeneratoren montiert sind, werden einzelne Gemeinden in den Bezirken Voitsberg, Graz Umgebung, Deutschlandsberg und Leibnitz betreut. Die Verteilung der Gemeinden ergibt kein kompaktes Gebiet.⁸⁹ Die Hailair fliegt ca. 20 Hagelabwehrflugstunden pro Saison (Einschätzung des Autors).

Die Südflug Gmbh wurde 1984 von Herrn KR. Golob Walter, der seit 1982 Hagelabwehreinsätze für Radkersburg flog, gegründet. Die aktuell im Einsatz befindliche Flotte der Firma Südflug besteht aus einer Cessna 150, einer Cessna 182 und einer zweimotorigen Partenavia P68B. Jährlich, im Zeitraum von 1. Mai bis 30. September, wird die Hagelabwehr vom Stützpunkt Flughafen Graz aus betrieben. Zum jetzigen Zeitpunkt zählen 62 Gemeinden der Bezirke Deutschlandsberg, Leibnitz, Radkersburg und Feldbach zu den Kunden der Firma Südflug, die im Schnitt mit etwa 180 Flugstunden pro Saison vor Hagel geschützt werden. Zu einer Besonderheit der Firma Südflug zählt der Hagelabwehreinsatz in der Nacht.

Im folgenden Vergleich (Tab. 3) werden die Hagelabwehrbetreiber gegenübergestellt.

	Steirische Hagelabwehr Genossenschaft	Hailair Gmbh	Südflug Gmbh
Gründungsjahr	1955	1998	1984
Flugzeuganzahl	3	1	3
Stützpunkt	Flugplatz Weiz Flughafen Graz	Flughafen Graz	Flughafen Graz
Einsatzgebiet (Verteilung)	nördlich Graz (kompakt)	diverse Gemeinden (verstreut)	südlich Graz (kompakt)
Verfügbarkeit	2. Mai – 30. September	Keine Angaben	1. Mai – 30. September
Flugzeiten/Saison [h]	ca. 200	ca. 20	ca. 180
Einsatz in der Nacht	nein	nein	ja

Tabelle 3: Vergleich der Hagelabwehrbetreiber

⁸⁸ vgl. Steirische Hagelabwehr Genossenschaft, Zugriffsdatum: 22.03.2012

⁸⁹ vgl. Hailair, Zugriffsdatum: 22.03.2012

Aus dem Vergleich der Hagelabwehrbetreiber (Tab. 3) lassen sich folgende Schlüsse ableiten:

Die Steirische Hagelabwehr Genossenschaft kann den Einsatz bei großer Gewittertätigkeit für ihr kompaktes Einsatzgebiet mit drei Flugzeugen gut bewältigen. Der Umstand, dass nur ein Brenngenerator je Flugzeug montiert ist, bedeutet bei einem eventuellen Ausfall einen Abbruch des Einsatzes für das betroffene Flugzeug. Ein weiterer Nachteil ergibt sich aus dem Standort des Stützpunktes Flugplatz Weiz. Bei längeren Schlechtwetterperioden kann die unbefestigte Start- und Landebahn nicht mehr benutzt werden.

Die Hailair Gmbh hat durch die weite Streuung der Einsatzgebiete und den Umstand mit nur einem Einsatzflugzeug die Hagelabwehr zu betreiben, einen Nachteil. Dieser ergibt sich zum Beispiel bei gleichzeitigem Auftreten potentieller Hagelgewitter in den Bezirken Voitsberg und Oberhaag/Leibnitz. Beide Gemeinden sind von der Hailair Gmbh vor Hagelschäden zu schützen, was sich mit nur einem Flugzeug schwer bewältigen lässt, bedingt durch die Distanz zwischen den Gemeinden.

Das Einsatzgebiet der Südflug Gmbh ist relativ kompakt. Bei größeren Entfernungen zwischen einzelnen Gewittern und bei großräumigen Gewitterfronten kommt daher das zweimotorige Flugzeug (P68B) zum Einsatz. Dieses Flugzeug hat eine höhere Reisegeschwindigkeit gegenüber den einmotorigen Luftfahrzeugen und kann somit großflächiger wirken. Es sind zwei Brenngeneratoren an jedem Flugzeug der Firma Südflug montiert, sodass bei einem Ausfall von einem Brenngenerator der Einsatz zwar eingeschränkt wird, aber zu Ende geführt werden kann. Als Besonderheit bietet die Firma Südflug als einziger der drei Betreiber für ihre Gemeinden auch Hagelabwehreinsätze in der Nacht an.

4.1.4 Luftfahrzeugwerftbetrieb

Durch die Überführung der national zugelassenen Hagelabwehrluftfahrzeuge aller drei Betreiber auf Annex I Luftfahrzeuge (Luftfahrzeuge mit europäischer Zulassung Kap. 3.2), darf nach europäischem Recht nur ein Luftfahrzeug-Instandhaltungsbetrieb mit europäischer Zulassung die Instandhaltung der Luftfahrzeuge durchführen (Kap. 3.4).

Die Instandhaltung ist nach einem Part M genehmigten Instandhaltungsprogramm durchzuführen (Kap. 3.4). Nach den durchgeführten Wartungsarbeiten wird das Luftfahrzeug für den weiteren Betrieb freigegeben. Die Wartungsintervalle, wie sie im Kapitel 3.4 beschrieben werden, sind ein wichtiger Faktor für die Einsatzplanung in der Hagelabwehr, da mindestens eine Kontrolle pro Luftfahrzeug in der Saison stattfindet. So eine Kontrolle dauert ca. einen Tag, an dem das Luftfahrzeug nicht für einen Einsatz

zur Verfügung steht. Dies erfordert vom Luftfahrzeuginstandhaltungsbetrieb eine Auftragsabwicklung, die Rücksicht auf die Bedürfnisse der Hagelabwehr nimmt.

4.1.5 Instandhaltungsmanagement - CAMO

Bei kommerziellem Betrieb in der Luftfahrt, der bei der Hagelabwehr gegeben ist, wird seitens der Austro Control eine CAMO (Continued Airworthiness Management Organisation) gefordert (Kap. 3.3).

Die CAMO, ein Betrieb für das Instandhaltungsmanagement, übernimmt vertraglich die Verantwortlichkeit des Luftfahrzeughalters zur Aufrechterhaltung der Lufttüchtigkeit. (Kap. 3.4)

Zu den Aufgaben der CAMO zählen die Einleitung der Instandhaltung, die Kontrolle über durchgeführte Instandhaltung, Dokumentation gemäß Part M und die Einhaltung der vom Luftfahrzeughersteller oder der Austro Control herausgegebenen Änderungen bezüglich der Instandhaltung (Bulletin, Lufttüchtigkeitshinweis, Lufttüchtigkeitsanweisung).

Eine CAMO plus hat zusätzlich die Berechtigung, die jährliche Nachprüfung (Annual Review, Kap. 3.2) am Luftfahrzeug gemäß Annual Review Checklist GM durchzuführen und ein Airworthiness Review Certificate (ARC) auszustellen, welches für den Betrieb des Luftfahrzeuges erforderlich ist.

Die CAMO als Bindeglied zwischen Luftfahrzeughalter, Luftfahrzeug-Instandhaltungsbetrieb und Luftfahrtbehörde, muss eine dementsprechend funktionierende Kommunikation betreiben, um ihre Aufgaben zu erfüllen.

4.1.6 Austro Control

Die Austro Control ist als Luftfahrtbehörde verantwortlich für den sicheren und wirtschaftlichen Ablauf des Flugverkehrs im österreichischen Luftraum. Ihre behördlichen Aufgaben betreffen den technischen Bereich, sowie betriebliche und personenbezogene Prüfung, Zertifizierung und Aufsicht der zivilen Luftfahrt zum Schutz der Allgemeinheit. Im Aufgabenbereich der Austro Control befinden sich auch die “Air Navigation Services“ (ANS). Dies ist ein Service bestehend aus: Flugverkehrsdienst (Flugsicherung), Luftfahrtinformationsdienst, Flugfernmeldedienst, Flugsicherungstechnische Anlagen (zum Beispiel Radar) und dem Wetterdienst.⁹⁰

⁹⁰ vgl. Austro Control, Zugriffsdatum: 23.03.2012

Die enge Zusammenarbeit mit dem Flugverkehrsdienst und dem Wetterdienst der Austro Control hat einen bedeutenden Einfluss auf die sichere Abwicklung eines Hagelabwehreinsatzes.

4.1.7 EASA (European Aviation Safety Agency)

Die Europäische Agentur für Flugsicherheit (EASA) wurde von der Europäischen Union ins Leben gerufen, um Sicherheit, Zukunftsfähigkeit und Wachstum des europäischen Luftverkehrs sicherzustellen. Sie ist Mittelpunkt eines neuen Regulierungssystems in der europäischen zivilen Luftfahrt und nimmt folgende Aufgaben wahr: ⁹¹

- Erarbeiten von neuen Rechtsvorschriften
- Umsetzung und Überwachung von Rechtsvorschriften
- Musterzulassung von technischen Produkten
- Genehmigung von Unternehmungen im Bereich der Luftfahrt
- Sicherheitsgenehmigung für außereuropäische Airlines
- Datenerhebung, Analyse und Forschung, um eine Verbesserung der Flugsicherheit zu bewirken

Durch neue EASA Regelungen in der Luftfahrt, welche durch die Austro Control umzusetzen sind, übt die EASA einen indirekten Einfluss auf die Hagelabwehr aus.

4.2 Hagelabwehranlagen der Firma Südflug

Die Entwicklung eines Instandhaltungsprogramms für eine technische Anlage setzt Kenntnisse über die Funktionen und das mögliche Leistungsvermögen der Anlage voraus. Anhand dieser Informationen lässt sich mit den Forderungen an den Betrieb, in weiterer Folge eine erwünschte Leistung der Anlage definieren. Ein Instandhaltungsprogramm ist so gut wie möglich auf die erwünschte Leistung abzustimmen (Kap. 2.2.4).

Im folgenden Kapitel wird der Systemaufbau mit den Funktionen und die technische Beschreibung der Hagelabwehranlagen sowie die Durchführung der Hagelabwehr der Firma Südflug beschrieben.

⁹¹ vgl. EASA, Zugriffsdatum: 24.03.2012

4.2.1 Systemaufbau der Hagelabwehranlage

Der prinzipielle Aufbau lässt sich durch eine Skizze (Abb.16) vereinfacht darstellen.

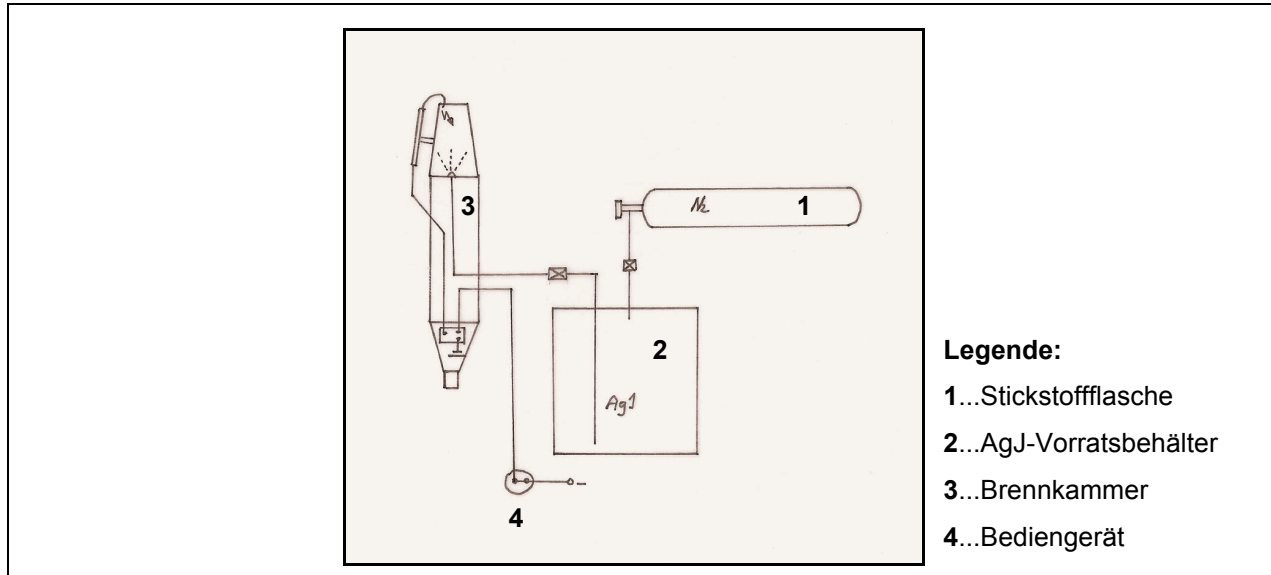


Abbildung 16: Prinzipskizze des Systemaufbaus der Hagelabwehranlage

Die Unterteilung der Hagelabwehranlage in Teilsysteme, die sich aus den unterschiedlichen Funktionen ergeben, soll in weiterer Folge eine konkrete Teilsystemzuordnung von Fehlern ermöglichen.

- Die Funktionen Druckerzeugung und Druckregelung für den AgJ-Vorratsbehälter erfolgen über das Stickstoffsystem, bestehend aus: Stickstoffflasche, Druckregler, Rohrleitungen mit Absperrventil
- Die Funktionen Lagerung und Förderung der AgJ-Aceton-Mischung zu den Brennkammern erfolgt über das AgJ-System bestehend aus: AgJ-Vorratsbehälter und Rohrleitungen mit Absperrventilen
- Die Funktionen Einspritzung und Verbrennung erfolgen über das System Brennkammer bestehend aus: Einspritzdüse, Luftklappe und Brennkammer
- Die Funktion Zündung erfolgt über das Zündsystem bestehend aus: Circuit Breaker, Bediengerät mit elektrischer Verkabelung, Zündfunktengeber, Zündkabel und Zündelektrode
- Die Funktion Befestigung erfolgt über die Befestigungselemente.

Aus diesem Blickwinkel kann die Hagelabwehranlage in folgende Systeme unterteilt werden (Abb. 17):

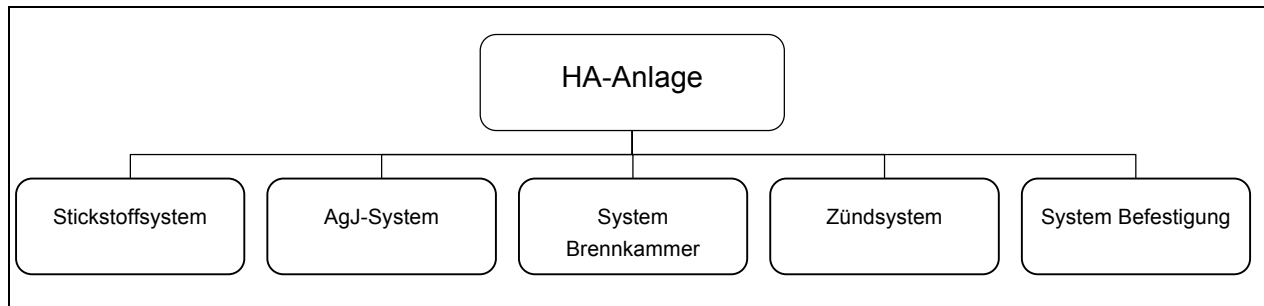


Abbildung 17: Teilsysteme der Hagelabwehranlage

Die Zuordnung von Fehlfunktionen zu den Teilsystemen wird in Kapitel 4.5.3 vorgenommen.

4.2.2 Technische Beschreibung der Hagelabwehranlagen

Die Firma Südflug arbeitet mit drei unterschiedlichen Einsatzflugzeugen, wodurch die jeweiligen Hagelabwehranlagen an die Flugzeuge angepasst worden sind. Halterungen und Einbauteile sind je nach Erfordernissen der Flugzeugkonstruktion angefertigt worden, um Funktion und Sicherheit während des Betriebes zu gewährleisten. Das Funktionsprinzip ist bei allen drei Anlagen ident.

Im folgenden Abschnitt sind die technischen Beschreibungen der jeweiligen Hagelabwehranlagen, die in den gültigen AFM Supplements (Kap. 3.5) zu finden sind, dargestellt.

Die Systembeschreibung der Hagelabwehranlagen von den Flugzeugen Cessna 150 und Cessna 182:⁹²

Aus dem Vorratsbehälter wird mittels Stickstoffdruck aus einer 200 [bar] Stickstoffflasche mit Druckregler das Aceton/Silberjodidgemisch über Chrom/Nickelrohre und Kugelventile in die Brennkammern gefördert.

Die Zündfunktenggeber Prüfreflex EPZ 12/4 befinden sich im Vorderteil der Brenner.

Die Stromversorgung der Zündanlage erfolgt über einen 5 Ampere Circuit Breaker am Instrumentenbrett.

⁹² vgl. AFM Supplements C182 (2006), S.8

Am Bedienpanel am Instrumentenbrett befindet sich der AgJ-Hauptschalter, der die Stromversorgung zu den Zünddruckknöpfen links und rechts herstellt.

Die Zündung erfolgt über die Zünddruckknöpfe links und rechts, die den Primärstrom zum jeweiligen Zündfunktgeber leiten.

Die Regelung des Zuflusses des AgJ-Gemisches erfolgt durch Einstellung des Stickstoffdruckes an der Niederdruckseite bis zu einem maximal zulässigen Druck von 1,5 [bar].

Die Regelung der Luftzufuhr erfolgt durch Fixeinstellung der Luftklappe an der Lufteintrittsöffnung an der Brennervorderseite.

Systembeschreibung der Hagelabwehranlage des Flugzeugs P68B:⁹³

Aus den 2 Vorratsbehältern wird mittels Stickstoffdruck aus einer 200 [bar] Stickstoffflasche mit Druckregler das Aceton/Silberjodidgemisch über Chrom/Nickelrohre, Kugelventile und elektrische Ventile in die Brennkammern gefördert.

Die Zündfunktgeber Prüfrex EPZ 12/4 befinden sich im Vorderteil der Brenner.

Die Stromversorgung der Zündanlage erfolgt über einen 10 Ampere Circuit Breaker am Instrumentenbrett.

Am Schaltkasten, der hinter dem rechten Pilotensitz an der Sitzschiene montiert ist, befindet sich der AgJ-Hauptschalter, der die Stromversorgung zu den Zünddruckknöpfen links und rechts herstellt.

Die Zündung erfolgt über die Zünddruckknöpfe links und rechts, die den Primärstrom zum jeweiligen Zündfunktgeber leiten.

Die Regelung des Zuflusses des AgJ-Gemisches erfolgt durch Einstellung des Stickstoffdruckes an der Niederdruckseite bis zu einem maximal zulässigen Druck von 1,5 [bar]. Die Feinregelung erfolgt über den Druckregler, der neben dem linken Pilotensitz montiert ist. Der Zufluss des AgJ-Gemisches wird über die elektrischen Ventile, die sich über den Schaltkasten bedienen lassen, gesteuert.

⁹³ vgl. AFM Supplement P68B (2005), S.1

Die Regelung der Luftzufuhr erfolgt durch Regelung der Luftklappe an der Lufteintrittsöffnung an der Brennervorderseite über den Schaltkasten.

4.2.3 Betrieb der Hagelabwehranlagen

Nach den gültigen AFM Supplements der Hagelabwehranlagen sind folgende Bedingungen und Parameter für den Betrieb der Hagelabwehranlagen von Bedeutung:

- Vor Inbetriebnahme ist die Dichtheit der Hagelabwehranlage zu kontrollieren, damit keine Dämpfe oder Flüssigkeiten aus der Anlage im Cockpit entweichen können und so den Piloten gefährden.
- Am Boden darf die Hagelabwehranlage nicht in Betrieb genommen werden. Das offene Feuer unter einem am Boden befindlichen Luftfahrzeug gefährdet die Sicherheit.
- Die Anlage kann während des Fluges jederzeit aus- und eingeschalten werden.
- Über Druckregelung und Ventilsteuerung kann der Durchfluss des AgJ-Aceton-Gemisches reguliert werden. Die wahlweise Verwendung von einem oder zwei Brennaggregaten und die Durchflussregulierung, ermöglichen in der Situation, je nach Intensität der Gewitterwolke, angepasstes Seeding (Kap. 2.1.5).
- Die Hagelabwehranlage hat Einfluss auf das Flugverhalten des jeweiligen Luftfahrzeuges. Die eingeschränkten Betriebsgrenzen werden dem Einsatzpiloten durch ein Hinweisschild im Cockpit angezeigt.
- Starke Turbulenzen können die Flamme am Brennaggregat löschen. Bei den einmotorigen Luftfahrzeugen (Cessna 150, Cessna 182) muss der Pilot manuell wieder zünden. Die Hagelabwehranlage der zweimotorigen P68B hat wahlweise einen automatischen Zündfunktenegeber, der die Flamme, falls sie erlischt, automatisch wieder zündet.

Aus den Erfahrungswerten, welche die Firma Südflug mit den Hagelabwehranlagen gesammelt hat, lassen sich die in Tabelle 4 dargestellten Betriebsgrenzen der Hagelabwehranlagen ableiten.

	C150	C182	P68B
Brenndauer der HA-Anlage bei Volllastbetrieb je Einsatz [h]	~1,5	~1,5	~3
Brenndauer der HA-Anlage bei Niederlastbetrieb je Einsatz [h]	~4,5	~4,5	~8
Max. Flugzeit [h]	~4	~5	~7
Max. Betriebszeit je Einsatz [h]	~4	~4,5	~7

Tabelle 4: Übersicht der Betriebsgrenzen der HA-Anlagen

Für die Flugzeuge Cessna 150 und Partenavia P68B ergeben sich, wie aus Tabelle 4 ersichtlich, eine maximale Betriebszeit der Hagelabwehranlagen durch die maximale Flugzeit. Die maximale Betriebszeit der Hagelabwehranlage des Luftfahrzeuges Cessna 182 ergibt sich aus der maximalen Brenndauer der Hagelabwehranlage im Niederlastbetrieb.

4.3 Durchführung der Hagelabwehr der Firma Südflug

Im folgenden Teil wird der Hagelabwehrbetrieb der Firma Südflug beschrieben. Der Ablauf der Einsätze und mit welcher Methodik zur Bekämpfung gegen Hagelschäden vorgegangen wird, soll die Definition der notwendigen Verfügbarkeit der Hagelabwehranlage liefern.

Weiters werden Flugdaten eruiert, die für die Entwicklung eines neuen Instandhaltungsprogramms notwendig sind.

4.3.1 Einsatzablauf

Um Hagelabwehreinätze zu realisieren, werden von der Firma Südflug im Zeitraum vom 1. Mai bis 30. September drei Flugzeuge in Hagelabwehr-Konfiguration bereitgestellt. Einsatzleitung, Wetterdienst und Einsatzpiloten versehen vom Stützpunkt am Flughafen Graz aus ihren Dienst.

Der firmeneigene Wetterdienst vergleicht Wetterinformationen von der Austro Control, Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG), der Unwetterzentrale (UWZ) und freiwilligen Wetterbeobachtern und interpretiert diese Informationen und Daten.

Falls erforderlich aktiviert die Wetterdienststelle der Firma Südflug die Bereitschaft und alarmiert die Einsatzpiloten. In der ersten von zwei Bereitschaftsstufen, der Flugbereitschaft, kontrollieren die Einsatzpiloten ihre Flugzeuge und die

Hagelabwehranlagen (Vorflugkontrolle) und machen sich mit der Wettersituation vertraut.

Bei der Bereitschaftsstufe zwei, der Alarmstart – Bereitschaft, ist das Flugzeug startklar, der Flugplan bei der Flugüberwachungsstelle Austro Control aktiviert und ein Einsatz wäre sofort durchführbar.

Potentielle Hagelwolken werden über das Wetterradar der Austro Control erfasst (Kap. 2.1.6).

Bei einem Einsatz werden von der Einsatzleitung über Funk wichtige Informationen, die das Wetterradar liefert, den Piloten vor Ort übermittelt.

Ein erfahrener Hagelpilot kann mithilfe dieser Informationen und durch seine visuelle Analyse Aufwindzonen auch in komplexen zusammenhängenden Gewitterzellen finden und mit dem Impfen der Wolken (Kap. 2.1.5) beginnen.

Die Firma Südflug arbeitet mit der Seeding Methode und betreibt das Impfen der Gewitterwolken nach den Hypothesen “Early Rain Out“ und “Beneficial Competition“ (Kap. 2.1.3).

Entscheidend dabei ist es, rechtzeitig am richtigen Ort, die optimale Menge Silberjodid in die Wolke einzubringen. Dafür muss die Entscheidung für den Einsatz zum richtigen Zeitpunkt getroffen werden, was eine große Herausforderung darstellt, da es trotz genauester Wetterprognosen zu Abweichungen im realen Wetterbildungsprozess kommt.

Meist ist kurz vor dem Einsatz noch nicht sicher, ob dieser zustande kommt und wenn, wie lange er dauern wird.

4.3.2 Verfügbarkeit

Die Firma Südflug hat den Auftrag, die Hagelabwehr im Zeitraum von 1. Mai bis 30. September Tag und Nacht (bis 00.00 Uhr) durchzuführen.

Folgende Mindestanforderungen bezüglich Personal und Gerät sind notwendig, um den von den Gemeinden erteilten Auftrag erfüllen zu können:

- Personal: Vier Piloten, ein Mitarbeiter für den Wetterdienst; Weiters sind die Funktionen für Einsatzleitung und Instandhaltung zu besetzen.
- Gerät: Drei Luftfahrzeuge in Hagelabwehr-Konfiguration, Zentrale mit Funkgerät und Computer mit Internetanschluss.

Vor einem Einsatz ist meist nicht bekannt, wieviele Flugzeuge im Einsatz benötigt werden, ob die Hagelabwehranlagen mit Voll-, Teil- oder Niederlast betrieben werden sollen, wie lange ein möglicher Einsatz dauern wird und ob es überhaupt zu einem Einsatz kommen wird (Kap. 4.3.1).

Um die Hagelabwehr effektiv betreiben zu können, sollte daher immer ein Betrieb mit allen drei Luftfahrzeugen und die Verwendung der Hagelabwehranlagen unter Volllast möglich sein.

Daraus ergibt sich die Forderung von 100%iger Verfügbarkeit.

Die 100%ige Verfügbarkeit wird demnach definiert als Einsatzfähigkeit von drei Flugzeugen und einem möglichen Volllastbetrieb der Hagelabwehranlagen.

Aufgrund dieser Forderung ergibt sich die Anzahl des Mindestpersonals, sowie eine entsprechende Abwicklung der Instandhaltung in der Hagelabwehr, um das Gerät lufttüchtig zu halten.

Die Instandhaltung der Luftfahrzeuge, welche von der CAMO gemanaged wird (Kap. 3.4) sollte, wenn möglich, nur zur Zeit von Schönwetterperioden stattfinden, bei denen die Gewitterwahrscheinlichkeit gering ist.

Eine 100%ige Verfügbarkeit für die Hagelabwehranlage soll das in dieser Arbeit entwickelte Instandhaltungsprogramm liefern.

4.3.3 Flugdaten

Es werden die durchschnittlichen Einsatzflugzeiten für jedes Flugzeug ermittelt. Die kumulierten Flugzeiten je Saison und die Anzahl der Einsätze wurden aus den Bordbüchern der jeweiligen Flugzeuge rückblickend bis ins Jahr 2001 übernommen (Anhang A).

Die Mittelwerte der Flugzeiten in der jeweiligen Saison und die Anzahl der betrachteten Jahre ergibt für jedes Flugzeug eine durchschnittliche Einsatzflugzeit, die man für einen Einsatz annehmen kann:

- Cessna 150: 104,08 [min/Einsatz]
- Cessna 182: 101,81 [min/Einsatz]
- Partenavia P68B: 80,71 [min/Einsatz]

Die durchschnittlichen Einsatzflugzeiten werden für die Anpassung der Toleranzfenster im Instandhaltungsablaufplan (Kap. 6.3.4) benötigt.

4.4 Derzeitige Durchführung der Instandhaltung in der Hagelabwehr

In diesem Kapitel werden die derzeitigen Abläufe der Instandhaltung in der Hagelabwehr geklärt. Grundsätzlich wird zwischen Luftfahrzeuginstandhaltung und Hagelabwehrinstandhaltung unterschieden und es erfolgt dementsprechend eine Abgrenzung des Verantwortungsbereiches.

Die Ist-Analyse der Instandhaltung der Hagelabwehr bildet den Ausgangswert für die Konzeptgestaltung eines neuen Instandhaltungsprogramms.

4.4.1 Instandhaltung der Luftfahrzeuge

Das Management der Instandhaltung der Luftfahrzeuge wird vom CAMO-Betrieb Punitz betrieben. Die CAMO-Punitz hat die Verantwortlichkeit zur Aufrechterhaltung der Lufttüchtigkeit der drei Hagelabwehrflugzeuge der Firma Südflug übernommen (Kap. 4.1.5).

Die Instandhaltung der Luftfahrzeuge Cessna 150 und Cessna 182 wird im Luftfahrzeuginstandhaltungsbetrieb Punitz Werft durchgeführt. Bis Ende 2011 war für die Instandhaltung der Partenavia P68B der Luftfahrzeuginstandhaltungsbetrieb AAC-Graz (Austrian Aircraft Corporation – Graz) verantwortlich.

Ab 2012 hat der Instandhaltungsbetrieb Punitz Werft auch für dieses Flugzeug den Instandhaltungsauftrag von der Firma Südflug erhalten.

Die Instandhaltung wird wie vorgeschrieben gemäß Part M für Annex I Luftfahrzeuge durchgeführt (Kap. 3.4).

4.4.2 Instandhaltung der Hagelabwehranlagen

Die Instandhaltung der Hagelabwehranlagen liegt im Verantwortungsbereich des Herstellers. Die Hagelabwehranlagen der Firma Südflug sind Eigenkonstruktionen und daher erfolgt die Instandhaltung der Anlagen durch die Firma Südflug.

In dem Bereich, wo die Instandhaltung der Hagelabwehranlagen auch die Instandhaltung des Luftfahrzeuges betrifft, überschneiden sich die Verantwortungsbereiche vom Instandhaltungspersonal der Hagelabwehranlage und dem Instandhaltungspersonal des Luftfahrzeuginstandhaltungsbetriebes (Kap. 3.5).

Demnach ist der Ein- und Ausbau der Hagelabwehranlage in das, bzw. aus dem Luftfahrzeug von einem Luftfahrzeugwart eines europäisch zugelassenen Instandhaltungsbetriebes zu kontrollieren und der korrekte Ein- und Ausbau im Bordbuch des Luftfahrzeuges zu bestätigen.

Die Instandhaltung der Hagelabwehranlagen wird von der Firma Südflug gemäß zugelassenen AFM Supplement durchgeführt.

Auszug aus dem AFM Supplement für Cessna 150 bzw. Cessna 182:

“Instandhaltung der Hagelabwehranlage:

- 1. Tägliche Kontrolle: Siehe Vorflugkontrolle Abschnitt 4.1 und 4.2 (Dichtheitsprüfung)*
- 2. 50-Stunden-Kontrolle: Alle Punkte der Vorflugkontrolle zusätzlich: Halterung der Brennkammer am Tragrohr auf Anrisse und sonstige Schäden untersuchen. Befestigung des AgJ-Vorratsbehälters auf Sicherheit der Befestigungselemente prüfen. Befestigung der Stickstoffflasche prüfen.*
- 3. Jährliche Kontrolle: Alle Punkte der 50-Stunden-Kontrolle. Zusätzlich: Brennkammern vollständig zerlegen und alle Teile auf Abnutzung und sonstige Schäden prüfen. Vorratsbehälter ausbauen und Befestigungselemente auf Beschädigungen und Anrisse prüfen. Beschriftung der Bedienelemente entsprechend Abschnitt 2 auf Vorhandensein und Lesbarkeit überprüfen. Verkabelung auf Zustand prüfen.*
- 4. Austausch oder Instandsetzung von Teilen der Anlage: Alle Teile der Anlage sind “Sonstiges ziviles Luftfahrtgerät“. Für den Nachweis der Betriebssicherheit sind daher Ursprungszeugnisse, Prüfberichte oder ähnliche Nachweise unter Angabe der Herstellungszeichnungen und des Herstellers erforderlich.*
- 5. Verwendungszeitbegrenzte Teile der Anlage: Stickstoff-Druckflasche: Überprüfung nach gesetzlichen Vorschriften für Druckbehälter. AgJ-Vorratsbehälter: Überprüfung nach gesetzlichen Vorschriften für Druckbehälter.“⁹⁴*

Auszug aus dem AFM Supplement für Partenavia P68B:

“Instandhaltung der Hagelabwehranlage:

Vorflugkontrolle: Laut Punkt 6 (Dichtheitsprüfung)

⁹⁴ AFM Supplement C182 (2006), S.11

25. Stunden Kontrolle: Abnehmen der Brennkammerkonusse und Brennkammer von Ablagerungen reinigen. AgJ-Düsen heraus-schrauben und reinigen, wiedereinschrauben. Vorflugkontrolle wie Punkt 6.

Jahreskontrolle: Anlage zerlegen, reinigen, Dichtungen kontrollieren und eventuell erneuern, Kabel auf eventuelle Scheuerstellen kontrollieren. Anlage zusammenbauen. Auf Funktion kontrollieren. Trocken lagern.“⁹⁵

Die Stickstoffflaschen werden jährlich bei der Firma Air Liquide ausgetauscht und instandgehalten.

Die Realität erfordert mehr als diese oben beschriebenen Instandhaltungstätigkeiten. Im nächsten Kapitel (Kap. 4.5) werden Vorfälle der Hagelabwehranlage erfasst und beschrieben, woraus sich der reale Instandhaltungsaufwand erkennen lässt.

4.5 Vorfälle der Hagelabwehranlagen

Um Funktionsstörungen und Ausfälle der Hagelabwehranlagen verhindern zu können, wird in diesem Kapitel das Störungsverhalten der Anlagen eruiert.

Zu diesem Zweck werden bekannte und eventuelle Vorfälle erfasst, analysiert und beurteilt. Die Ergebnisse werden verwendet, um kritische Elemente der Hagelabwehranlagen definieren zu können, welche des Weiteren für die Abwicklung der Instandhaltung relevant sind.

4.5.1 Definition Vorfall

Ein Vorfall wird im Rahmen dieser Arbeit wie folgt definiert:

“Ein Vorfall ist ein Teil- beziehungsweise Ganzversagen einer technischen Komponente der Hagelabwehranlage, bei dessen Auftreten im Betrieb der Hagelabwehranlage es zu einer negativen Auswirkung auf die Sicherheit und beziehungsweise oder auf die Funktion der Hagelabwehranlage kommt.“

Die Definition des Vorfalls erfolgt in Anlehnung an die Definition des Fehlers und des Ausfalls (Kap. 2.2.2). Gemäß den Definitionen Funktionsstörung, Ausfall und Fehler (Kap. 2.2.2) kann ein Vorfall somit ein rechtzeitig erkannter und behobener Fehler vor Inbetriebnahme der Hagelabwehranlage sein, oder aber eine Funktionsstörung

⁹⁵ AFM Supplement Partenavia (2005), S.4

beziehungsweise ein Ausfall während des Betriebes. Bei der Erfassung der Vorfälle (Kap. 4.5.2) erfolgt eine dementsprechende Kennzeichnung. Die Miteinbeziehung von rechtzeitig erkannten Fehlern ohne Auswirkung auf den Betrieb der Hagelabwehranlage in die Analyse, ist für eine vollständige Abbildung des Störungsverhaltens der Hagelabwehranlage, dh. wann welche Störungen auftreten, von großer Bedeutung. Die Abbildung des Störungsverhaltens dient als Basis für die spätere Intervallbestimmung der einzelnen Kontrollen und sollte daher so ausführlich wie möglich alle tatsächlichen und möglichen Ausfälle repräsentieren.

4.5.2 Erfassen der Vorfälle

Im folgenden Teil werden Vorfälle der Hagelabwehranlagen aus den Jahren 2010 und 2011 zusammengefasst. In der Firma Südflug erfolgte bis jetzt keine explizite Dokumentation der Instandhaltung der Hagelabwehranlagen. Die im folgenden Teil angeführten Vorfälle wurden aus Mitarbeiterbefragungen und vorliegenden Arbeitsberichten eruiert. Des Weiteren wurde aus den Aufzeichnungen der Arbeitsberichte der Mitarbeiter eine zeitliche Zuordnung der Vorfälle getroffen. Dies ist keine lückenlose Dokumentation, liefert jedoch, gepaart mit den Erfahrungswerten bezüglich der Instandhaltung der Hagelabwehranlagen, ein Fundament für die Auslegung des neuen Instandhaltungsprogramms.

Es erfolgt eine Einteilung der Vorfälle nach den Hagelabwehranlagen der jeweiligen Flugzeuge und eine Zuordnung der Vorfälle in das jeweilige Teilsystem der Hagelabwehranlage (Kap. 4.2.1).

Vorfälle der Hagelabwehranlage Cessna 150:

- Dichtheit des Stickstoff-Systems nicht gegeben durch defekte Dichtung der Stickstoffflasche.
- Druck lässt sich über den Druckregler nicht mehr genau einstellen. Funktion des Druckreglers durch Kontakt mit Silberjodid im Rohrleitungssystem beeinträchtigt.
- Dichtheit des AgJ-Systems nicht gegeben durch defekten Dichtring des inneren AgJ-Vorratsbehälterdeckels.
- Dichtheit des AgJ-Systems nicht gegeben durch defekten AgJ-Rohrleitungsanschluss.
- Förderunterbrechung im AgJ-System durch Verstopfungen im AgJ-Rohrleitungsknick.
- Förderunterbrechung im AgJ-System durch Verstopfung der Einspritzdüse.

- Zündsystem defekt durch lockeren Zündstecker.
- Zündsystem defekt durch lockere Zündelektrode.
- Zündsystem defekt durch verschlissene Zündelektrode.
- Verbrennung in der Brennkammer zu stark durch fehlenden Einsatz in der Einspritzdüse.
- Verbrennung in der Brennkammer nicht optimal durch Ablagerungen (Verbrennungsreste).
- Verbrennung in der Brennkammer nicht optimal durch verstellte Luftklappe.

Vorfälle der Hagelabwehranlage Cessna 182:

- Dichtheit des Stickstoff-Systems nicht gegeben durch defekte Dichtung der Stickstoffflasche.
- Dichtheit des AgJ-Systems nicht gegeben durch defekten Dichtring des inneren AgJ-Vorratsbehälterdeckels.
- Dichtheit des AgJ-Systems nicht gegeben durch defekten AgJ-Rohrleitungsanschluss.
- Förderunterbrechung im AgJ-System durch Verstopfung der Einspritzdüse.
- Zündsystem defekt durch defekten Zündfunktenegeber.
- Zündsystem defekt durch lockeren Zündstecker.
- Zündsystem defekt durch lockere Zündelektrode.
- Zündsystem defekt durch verschlissene Zündelektrode.
- Zündsystem defekt durch defektes Zündkabel.
- Zündsystem defekt durch fehlerhafte Kontakte der elektrischen Verkabelung des Zündfunktenegebers (Korrosion).
- Verbrennung in der Brennkammer nicht optimal durch Ablagerungen (Verbrennungsreste).
- Defekt im System Befestigung, durch Riss in der Zündelektrodenhalterung.

Vorfälle der Hagelabwehranlage Partenavia P68B:

- Dichtheit des Stickstoff-Systems nicht gegeben durch defekte Dichtung der Stickstoffflasche.

- Stickstoffförderung im Stickstoffsystem unterbrochen durch falsche Einstellung des Druckreglers im Cockpit.
- Dichtheit des AgJ-Systems nicht gegeben durch defekten Dichtring des inneren AgJ-Vorratsbehälterdeckels.
- Förderunterbrechung im AgJ-System durch Verstopfung im elektrischen AgJ-Ventil.
- Fördertunterbrechung im AgJ-System durch Verstopfung der Einspritzdüse.
- Defekt im AgJ-System: AgJ-Zufuhr lässt sich nicht unterbrechen durch Verstopfung im elektrischen AgJ-Ventil.
- Zündsystem defekt durch lockeren Zündstecker.
- Zündsystem defekt durch lockere Zündelektrode.
- Zündsystem defekt durch Bruch der Keramikisolierung der Zündelektrode.

In Anhang B werden die Vorfälle je Flugzeug den entsprechenden Einsätzen zugeordnet, bei denen die Vorfälle stattfanden, bzw. bei denen die Vorfälle vor den Einsätzen entdeckt wurden. Anhand der datierten Arbeitsberichte der Mitarbeiter, die eine Fehlerbehebung durchgeführt haben, ist der Zeitpunkt des jeweiligen Vorfalls ermittelt worden. Weiters werden Vorfälle, die während des Betriebs stattgefunden haben, von Vorfällen, welche vor dem Betrieb rechtzeitig entdeckt worden sind, voneinander unterschieden.

Wie und ob sich ein Vorfall auf den Hagelabwehreinsatz ausgewirkt hat, wird nicht weiter betrachtet. Die Auswirkungen auf den Betrieb der Hagelabwehranlage werden angeführt (Anhang B).

4.5.3 Analyse und Bewertung der Vorfälle

Die Analyse und Bewertung der Vorfälle wird durchgeführt, um zu erkennen, wie Fehler bei der Hagelabwehranlage entstehen, welche Folgen sie haben, wie stark sie sich auswirken und wie sie behoben worden sind.

Vorgehen:

Die Analyse wird in Anlehnung an die Methodik des RCM (Kap. 2.2.4) durchgeführt. Welche Funktionen und damit verbundene Leistungsnormen die Hagelabwehranlagen erfüllen, ist bereits geklärt (Kap. 4.2.1 und Kap. 4.2.3).

Im nächsten Schritt findet, aus den Auflistungen der Vorfälle (Kap. 4.5.2), eine Zuordnung der Fehler in folgende Kategorien statt:

- Funktionsfehler
- Sicherheitsfehler

Die Bewertung der Vorfälle erfolgt über eine Gewichtung ihrer Auswirkung auf die Funktionalität beziehungsweise Sicherheit. Auf einer Ratingskala von 0 bis 6 (0=keine Auswirkung, 6=hohe Auswirkung) wird der Schweregrad der Wirkung des auftretenden Fehlers dargestellt.

Das Rating erfolgt nach folgenden Grundsätzen:

Der Schweregrad eines funktionsrelevanten Vorfalls bezieht sich auf die Forderung von 100%iger Verfügbarkeit, die im Kap. 4.3.2 definiert worden ist. So ist demnach ein Ausfall eines Brenngenerators, auch wenn er während des betreffenden Einsatzfluges nicht benötigt wird und der Einsatz zu 100% mit dem zweiten Brenngenerator erfüllt werden kann, ein Ausfall, denn die 100%ige Verfügbarkeit ist nicht gegeben.

Der Schweregrad eines sicherheitsrelevanten Vorfalls bezieht sich auf die Gefährdung der Sicherheit durch den Fehler. Der Schweregrad eines Vorfalls eines funktionsrelevanten bzw. sicherheitsrelevanten Fehlers ergibt sich somit aus der Auswirkung des Fehlers auf die Verfügbarkeit der Hagelabwehranlage bzw. auf die Sicherheit.

Beim Erfassen eines Fehlers, vor Auftreten eines Ausfalls, wird die Einschränkung der Verfügbarkeit bzw. Sicherheit auf Basis von Erfahrungswerten bezüglich des Störverhaltens der Hagelabwehranlagen eingeschätzt.

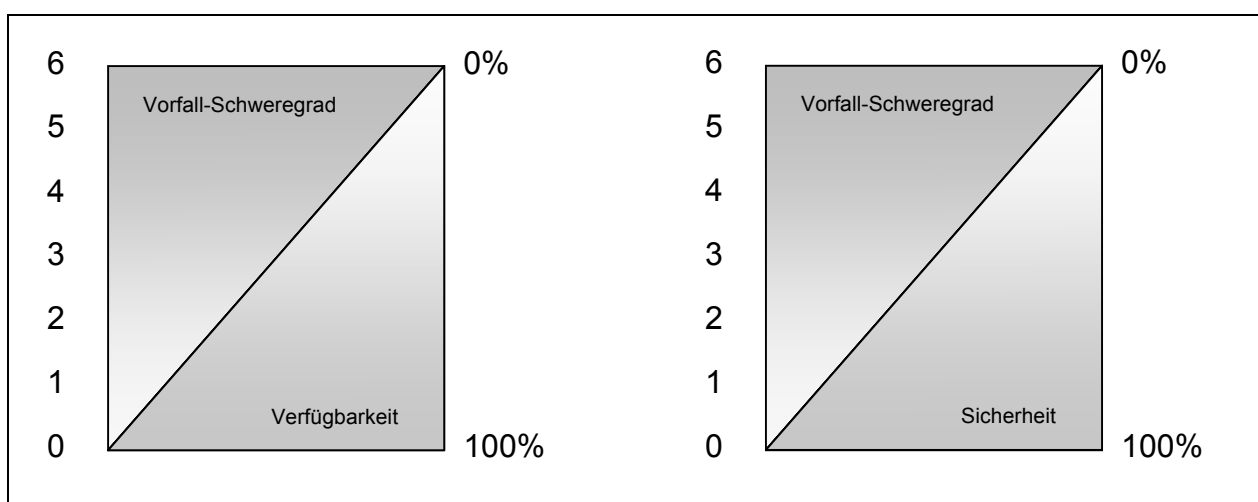


Abbildung 18: Bewertung des Schweregrades eines Vorfalls

Falls beispielsweise ein Einsatz durch einen funktionsrelevanten Fehler nicht mehr möglich ist (Verfügbarkeit 0%), so wird dieser Fehler mit dem Schweregrad 6 bewertet. Mit dem Schweregrad für Sicherheit wird äquivalent vorgegangen. Bei Schweregrad 6 ist ein sicherer Einsatz nicht mehr durchführbar (Sicherheit 0%).

Im nächsten Schritt wird die Suche nach den Fehlerursachen mithilfe des Ursachen-Wirkungs-Diagramms (Ishikawa-Diagramm, Kap. 2.2.2) analytisch durchgeführt, um mögliche Ursachen eines Ausfalls zu erkennen.

Den Abschluss für diesen Teil der Analyse bildet die Beschreibung des Vorgehens, wie der Fehler behoben worden ist, beziehungsweise mit welchen anderen Möglichkeiten sonst noch vorgegangen werden könnte.

Die Analysen werden in die Systembereiche der Hagelabwehranlage (Kap. 4.2.1) zusammengefasst und im folgenden Teil abgebildet (Tab. 5 - 9). Zusätzlich werden auch mögliche Vorfälle miteinbezogen, um eventuelle Funktionsstörungen zu analysieren.

In Tabelle 5 werden Vorfälle im Bereich Stickstoffsysteem analysiert.

Vorfall	Schweregrad (0 – 6)		Ursachen	Behebung
	Funktion	Sicherheit		
Dichtheit des Stickstoffsystems nicht gegeben	5	0	<u>Material</u> : Ermüdung Dichtring, Stickstoffrohrleitungs-Anschluss Verschleiß <u>Methode</u> : Wartungsintervall zu lang, Instandsetzung	Austausch
Druck lässt sich über Druckregler nicht mehr einstellen	6	6	<u>Material, Umgebung</u> : Kontakt mit Betriebsstoff AgJ <u>Maschine</u> : Betriebsklima, durch Flugturbulenzen gelangt AgJ-über die Rohrleitung in Druckregler	Austausch
Stickstoffförderung unterbrochen	5	0	<u>Maschine</u> : Regelungstechnik, Konstruktion (kein Sichtkontakt auf Manometer) <u>Mensch</u> : Fehlbedienung	Fixeinstellung des Druckreglers

Tabelle 5: Vorfälle im Bereich Stickstoffsysteem

In Tabelle 6 werden Vorfälle im Bereich des AgJ-Systems analysiert.

Vorfall	Schweregrad (0 – 6)		Ursachen	Behebung
	Funktion	Sicherheit		
Dichtheit des AgJ-systems nicht gegeben (im Cockpit)	5	2	<u>Material:</u> Ermüdung Dichtring, Verschweißungen am AgJ-Behälter, Verschleiß AgJ-Rohrleitungsanschluß <u>Methode:</u> Wartungsintervall zu lang, Instandsetzung	Austausch (Dichtring, Anschluß) Reparatur (Anschluß, Verschweißung)
Dichtheit des AgJ-systems nicht gegeben (außerhalb Cockpit)	5	0	<u>Material:</u> Verschleiß AgJ-Rohrleitungsanschluß <u>Methode:</u> Instandsetzung	Austausch oder Reparatur des Anschluß
Ungewollte Förderunterbrechung im AgJ-System	0 - 6	0	<u>Material:</u> Betriebsstoff AgJ kristallisiert aus (Ablagerung) <u>Maschine:</u> Konstruktion (zu starker Rohrleitungsknick) <u>Methode:</u> Wartungsintervall zu lang	Reinigung von Einspritzdüse, elektrischem Ventil und Rohrleitungsknick
Gewollte Förderunterbrechung im AgJ-System nicht möglich	1	3	<u>Material:</u> Betriebsstoff AgJ kristallisiert aus (Ablagerung im elektrischen Ventil) <u>Maschine:</u> Konstruktion (fehlender Zugriff) <u>Methode:</u> Wartung	Reinigung

Tabelle 6: Vorfälle im Bereich AgJ-System

In Tabelle 7 werden die Vorfälle im Bereich des Zündsystems analysiert.

Vorfall	Schweregrad (0 – 6)		Ursachen	Behebung
	Funktion	Sicherheit		
Zündsystem defekt durch lose Kontakte	6	0	<u>Material:</u> Ermüdung elektrischer Verkabelung bzw. Korrosion, Verschleiß der Zündelektrode <u>Umwelt:</u> loser Zündelektrode/ Zündkabelstecker durch Vibration, <u>Methode:</u> fehlende Inspektion	Austausch, Reparatur, Fixieren loser Komponenten
Ausfall Zündsystem durch defekte Komponenten	6	0	<u>Material:</u> Ermüdung Zündfunkengeber, Keramikisolierung der Zündelektrode <u>Umwelt:</u> Zerstörung der Keramikisolierung durch Vibration	Austausch

Tabelle 7: Vorfälle im Bereich Zündsystem

In Tabelle 8 werden die Vorfälle im Bereich System Brennkammer analysiert.

Vorfall	Schweregrad (0 – 6)		Ursachen	Behebung
	Funktion	Sicherheit		
Zu geringe Verbrennung	0 - 6	0	<u>Material:</u> Verschmutzung in Brennkammerinnenwand durch Verbrennungsreste <u>Maschine:</u> Regelungstechnik (Luftzufuhrklappe) <u>Mensch:</u> falsche Einstellung (Luftzufuhrklappe) <u>Methode:</u> Wartung, Instandsetzung	Reinigung, Fixeinstellung (Luftzufuhrklappe)
Zu starke Verbrennung	0 - 6	5	<u>Maschine:</u> Konstruktion (fehlender Düsenkörper in Einspritzdüse), Regelungstechnik (zu großer Durchfluß) <u>Methode:</u> Wartung, Instandsetzung (falsche Düse)	Austausch

Tabelle 8: Vorfälle im Bereich System Brennkammer

In Tabelle 9 werden Vorfälle im Bereich System Befestigung analysiert.

Vorfall	Schweregrad (0 – 6)		Ursachen	Behebung
	Funktion	Sicherheit		
Lockere Verbindungen	2	3	<u>Mensch:</u> falsche Instandsetzung <u>Umwelt:</u> Vibration <u>Methode:</u> Wartung, Intervall zu lang <u>Material:</u> Verschleiß von Schrauben	Festziehen, "4-eyes-check", Austausch
Bruch von Verbindungen	6	6	<u>Material:</u> Ermüdung, Belastung (Zündelektrodenhalterung) <u>Methode:</u> Inspektion (Intervall zu lang)	Austausch, neue Verschweißung

Tabelle 9: Vorfälle im Bereich System Befestigung

4.5.4 Grafische Darstellung der Vorfälle

Die nachfolgende grafische Darstellung der Vorfälle nach dem jeweiligen Flugzeug und Jahr, soll einen Überblick über den Ist-Zustand verschaffen (Abb.19 – Abb. 24). Die Daten der Flugeinsätze und Vorfälle, welche in den grafischen Darstellungen verwendet wurden, sind im Anhang B zu finden.

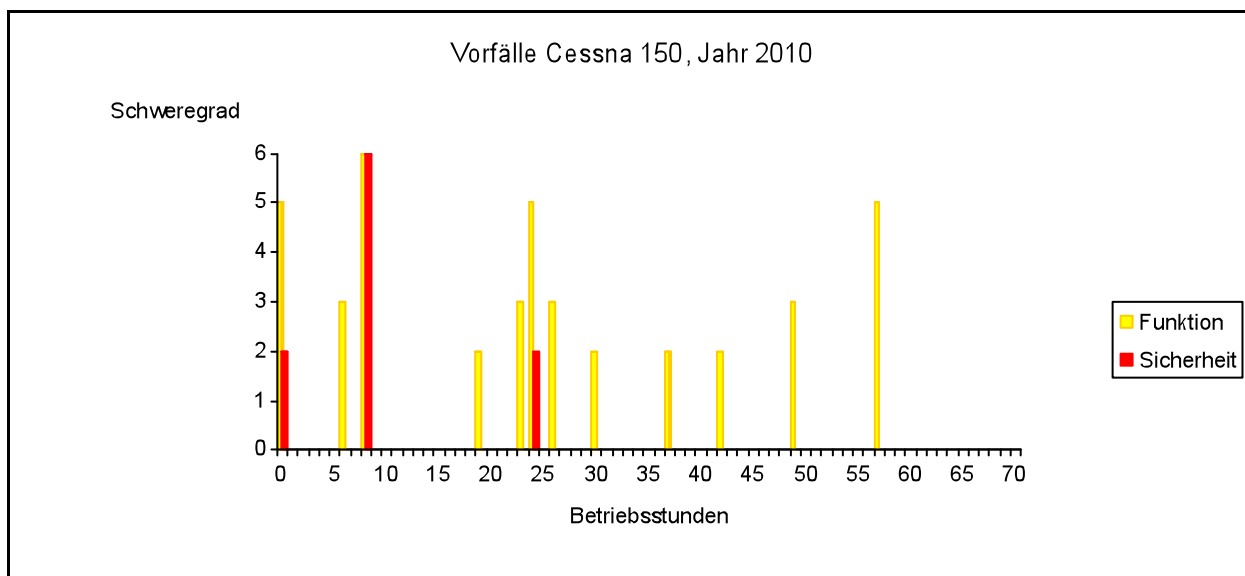


Abbildung 19: Grafische Darstellung der Vorfälle vom Luftfahrzeug Cessna 150 im Jahr 2010

Für das Jahr 2010 konnten bei der Hagelabwehranlage der Cessna 150 12 Vorfälle bei 58,6 Betriebsstunden eruiert werden (Abb. 19). 15 Vorfälle bei 64,6 Betriebsstunden ergaben sich für das Jahr 2011 (Abb. 20).

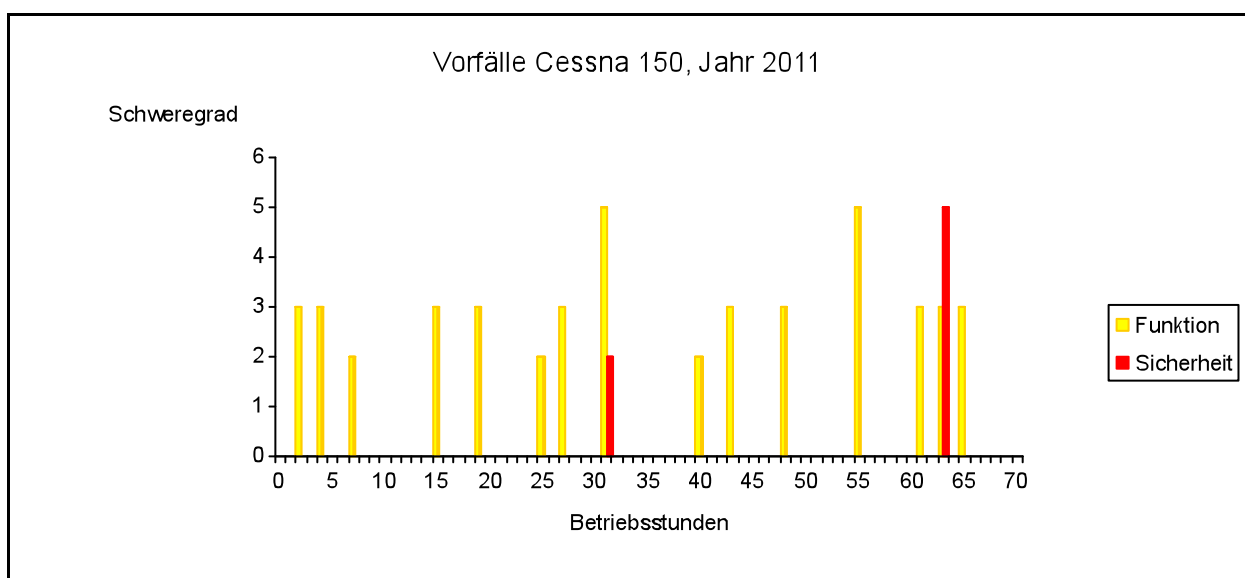


Abbildung 20: Grafische Darstellung der Vorfälle vom Luftfahrzeug Cessna 150 im Jahr 2011

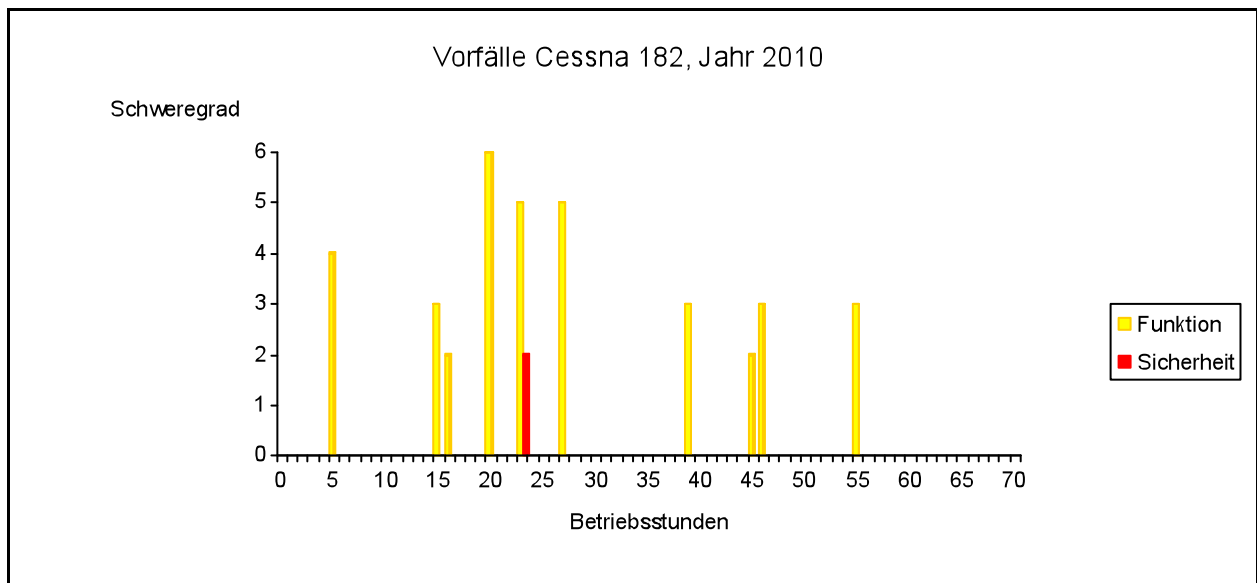


Abbildung 21: Grafische Darstellung der Vorfälle vom Luftfahrzeug Cessna 182 im Jahr 2010

Für das Jahr 2010 konnten bei der Hagelabwehranlage der Cessna 182 10 Vorfälle bei 59,6 Betriebsstunden eruiert werden (Abb. 21). 11 Vorfälle bei 66,2 Betriebsstunden ergaben sich für das Jahr 2011 (Abb. 22).

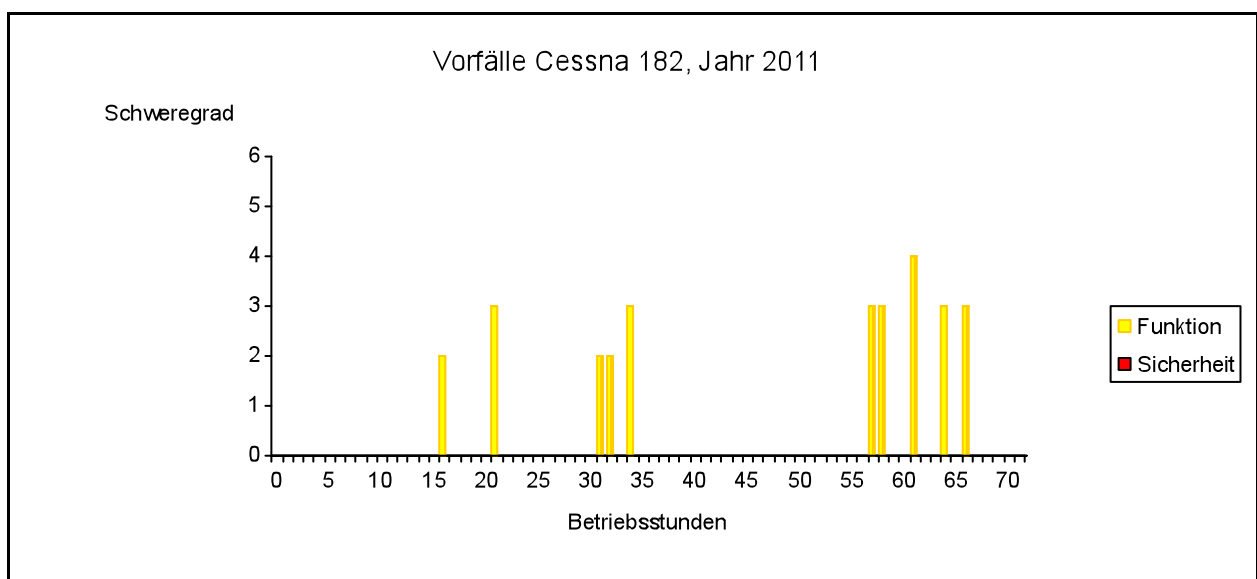


Abbildung 22: Grafische Darstellung der Vorfälle vom Luftfahrzeug Cessna 182 im Jahr 2011

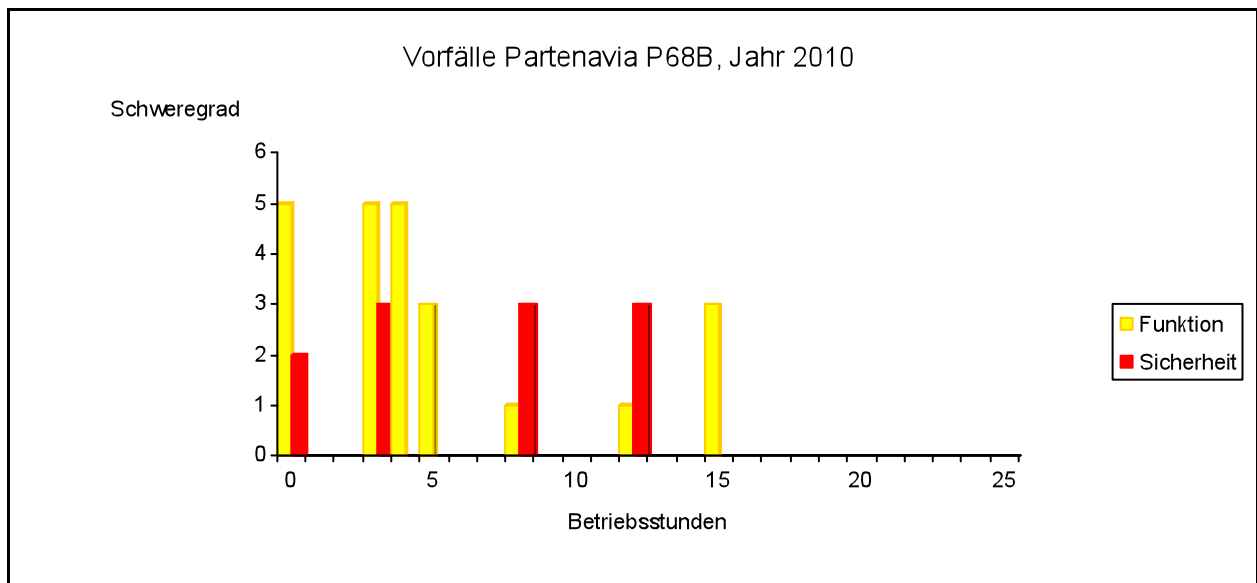


Abbildung 23: Grafische Darstellung der Vorfälle vom Luftfahrzeug Partenavia P68B im Jahr 2010

Bezüglich der Partenavia P68B konnten für das Jahr 2010 7 Vorfälle bei 14,7 Betriebsstunden eruiert werden (Abb. 23). Des Weiteren konnten für das Jahr 2011 8 Vorfälle bei 23,4 Betriebsstunden ermittelt werden (Abb. 24).

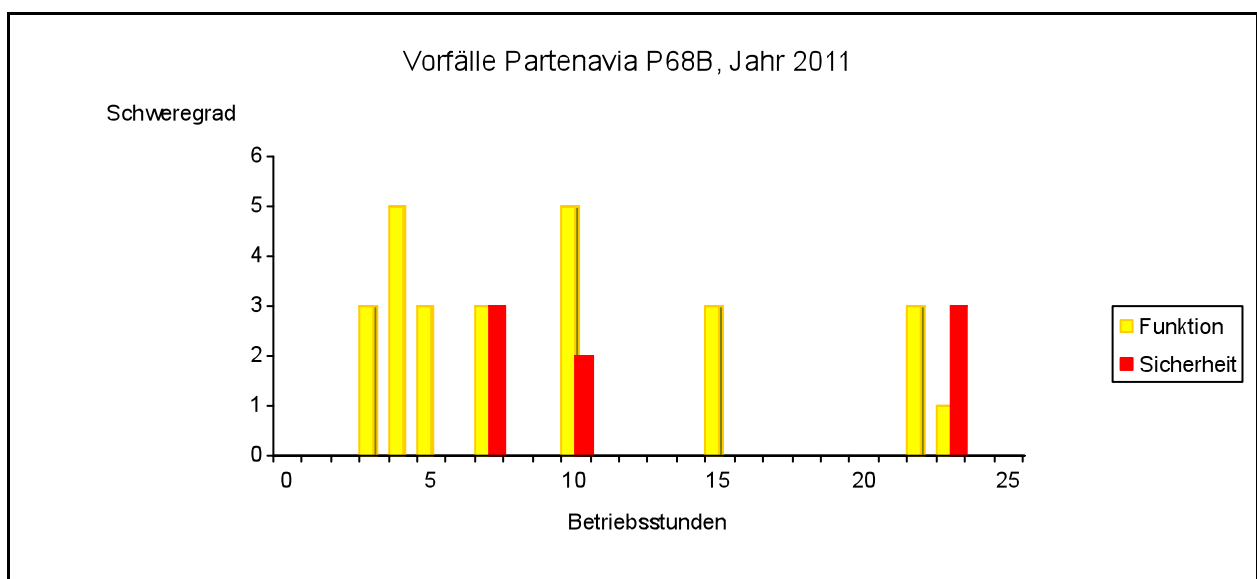


Abbildung 24: Grafische Darstellung der Vorfälle vom Luftfahrzeug Partenavia P68B im Jahr 2011

Zusammenfassend ergibt sich daraus folgende Vorfalldatistik (Tab. 10), die als Basis für weitere Betrachtungen herangezogen wird.

Flugzeug	Jahr	Einsätze (Anzahl)	Flugzeit [h]	Vorfälle (Anzahl)	Funktion (Anzahl)	Sicherheit (Anzahl)	Während Betrieb	
							Funktion (Anzahl)	Sicherheit (Anzahl)
Cessna 150	2010	34	58,6	12	12	2	4	0
	2011	35	64,6	15	15	2	9	1
Cessna 182	2010	34	59,6	10	10	1	4	0
	2011	30	66,2	11	11	0	5	0
Partenavia P68B	2010	11	14,7	7	7	4	6	3
	2011	14	23,4	8	8	3	7	3

Tabelle 10: Vorfalldatistik

Die Betrachtung der Darstellung der Vorfälle und der Vorfalldatistik lässt erkennen, dass funktionsrelevante Fehler relativ häufig auftreten und zu Funktionsstörungen der Hagelabwehranlage führen. Eine Gefährdung der Sicherheit tritt eher selten auf. Das Bild des Störungsverhaltens zeigt, dass mit der derzeitigen Instandhaltung die geforderten 100% Verfügbarkeit nur bedingt erreicht werden. Die gewonnenen Daten des Störungsverhaltens fließen in die Ableitung der Checkintervalle ein (Kap. 6.3.3).

4.5.5 Ableitung kritischer Elemente der Hagelabwehranlagen

Kritische Elemente sind Teile der Hagelabwehranlagen, die vermehrt Störungen aufweisen oder eine sicherheitsrelevante Funktion erfüllen. Anhand der Ableitung kritischer Elemente werden wichtige Kontrollpunkte ersichtlich, die in die durchzuführenden Checks des neuen Instandhaltungsprogramms einfließen. Die kritischen Elemente werden aus der Analyse und Bewertung der Vorfälle (Kap. 4.5.3) abgeleitet und es erfolgt eine Zuordnung nach Systembereichen der Hagelabwehranlage (Tab. 11).

Die Kennzeichnung luftfahrzeugspezifischer Elemente erfolgt durch die in Klammer gesetzte Typenbezeichnung des betreffenden Luftfahrzeuges. Kritische Elemente ohne Typenbezeichnung beziehen sich auf alle drei Luftfahrzeugtypen der Firma Südflug.

Systembereich Hagelabwehranlage	Kritische Elemente (Luftfahrzeug)
Stickstoffsystem	<ul style="list-style-type: none"> - Dichtring Stickstoffflasche - Stickstoff-Rohrleitungsanschlüsse - Druckregler im Cockpit (P68B) - Stickstoff-Zufuhrventil (Cessna 150)
AgJ-System	<ul style="list-style-type: none"> - Dichtring AgJ-Einlaß - AgJ-Rohrleitungsanschlüsse - Elektrisches AgJ-Zufuhrventil (P68B) - AgJ-Rohrleitungsknick vor Einspritzdüse (Cessna 150) - Einspritzdüse - Verschweißung am AgJ-Vorratsbehälter - Absperrventile
Zündsystem	<ul style="list-style-type: none"> - Kontakte elektrische Verkabelung - Verbindung Zündkabelstecker – Zündelektrode - Keramikumantelung der Zündelektrode - Zündelektrodenspitze - Zündfunktenggeber mit Zündkabel
System Brennkammer	<ul style="list-style-type: none"> - Luftklappe - Brennkammer Innenwand - Einspritzdüsenkörper
System Befestigung	<ul style="list-style-type: none"> - Befestigung der Zündelektroden - Befestigung der Brennkammer - Befestigung Stickstoffflasche - Befestigungselemente AgJ-Vorratsbehälter - Befestigung des AgJ-Vorratsbehälterrahmenträger (Cessna 182, P68B) - Halterung für Druckregler - Kabinenaußenlasthalterung (Cessna 150, Cessna 182) - Außenlastträger (Cessna 150, Cessna 182)

Tabelle 11: Kritische Elemente der Hagelabwehranlagen

4.6 Zusammenfassung der Ist-Analyse

Im ersten Teil der Ist-Analyse wurden die Vernetzung und die Interessen der Stakeholder aufgezeigt. Des Weiteren wurde die 100%ige Verfügbarkeit definiert. Im zweiten Teil wurde die derzeitige Durchführung der Instandhaltung in der Hagelabwehr der Firma Südflug betrachtet. Es wurden Vorfälle erfasst, analysiert und bewertet. Die Anzahl der Ausfälle zeigt, dass die derzeit durchgeführte Instandhaltung nicht ausreicht, um eine 100%ige Verfügbarkeit zu gewährleisten.

5 Abgeleitete Verbesserungspotentiale

Die derzeitige Instandhaltung ist nicht in der Lage eine 100%ige Verfügbarkeit der Hagelabwehranlagen zu gewährleisten. Durch den Einblick in die derzeitige Instandhaltung der Hagelabwehranlagen der Firma Südflug und durch die strukturierte Aufarbeitung von Vorfällen der Hagelabwehranlagen wird das Erkennen von konkreten Verbesserungspotentialen ermöglicht. Es können entsprechende Maßnahmen gegen Ausfälle abgeleitet werden.

5.1 Potentiale in der Instandhaltung

In der derzeitigen Instandhaltung sind keine Checklisten für die Instandhaltungsarbeiten vorhanden und die Checkintervalle sind zu lang angesetzt, um Fehlern rechtzeitig entgegenwirken zu können. Durch das Fehlen der Instandhaltungsdokumentation können Rückschlüssen auf das Störungsverhalten der Anlage nur schwer gezogen werden. Somit ergeben sich folgende mögliche Verbesserungen in der Instandhaltung:

- Checklisten für Instandhaltungsarbeiten ausgerichtet auf kritische Elemente der Hagelabwehranlagen
- Kürzere Checkintervalle
- Druckgeräteprüfung darstellen
- Dokumentation der Instandhaltung

Aus der Analyse und Bewertung der Vorfälle (Kap. 4.5.3) und der Ableitung kritischer Elemente der Hagelabwehranlagen (Kap. 4.5.5) können Verbesserungsmöglichkeiten aus Fehlern abgeleitet werden. Die Verbesserungspotentiale werden in Kapitel 5.3.2 bei der Strategiewahl für die Instandhaltung verwendet.

Die folgende Gliederung der Verbesserungsmöglichkeiten erfolgt nach Teilsystembereiche der Hagelabwehranlage (Tab. 12).

Systembereich Hagelabwehranlage	Verbesserungsmöglichkeiten (Luftfahrzeug)
Stickstoffsystem	<ul style="list-style-type: none"> - Dichtring Stickstoffflasche: häufiger tauschen - Stickstoff-Rohrleitungsanschlüsse: häufiger checken - Druckregler im Cockpit (P68B): Änderung der Konstruktion (Manometer im Sichtbereich des Piloten) - Stickstoff-Zufuhrventil (Cessna 150): nur bei Bedarf öffnen
AgJ-System	<ul style="list-style-type: none"> - Dichtring AgJ-Einlaß: häufiger tauschen - AgJ-Rohrleitungsanschlüsse: häufiger checken - Elektrisches AgJ-Zufuhrventil (P68B): häufiger reinigen, Konstruktion von AGJ-Not Aus - AgJ-Rohrleitungsknick vor Einspritzdüse (Cessna 150): häufiger reinigen, eventuell umkonstruieren - Einspritzdüse: häufiger reinigen - Verschweißung am AgJ-Vorratsbehälter: häufiger kontrollieren - Absperrventile: häufiger reinigen
Zündsystem	<ul style="list-style-type: none"> - Kontakte elektrische Verkabelung: häufiger reinigen - Verbindung Zündkabelstecker – Zündelektrode: häufiger checken - Keramikumantelung der Zündelektrode: häufiger checken - Zündelektroden spitze: häufiger checken, tauschen - Zündfunkengeber mit Zündkabel: (sprunghafte Ausfallcharakteristik) ein Zündfunkengeber auf Lager
System Brennkammer	<ul style="list-style-type: none"> - Luftklappe: Fixeinstellung, bei manueller Einstellmöglichkeit häufiger checken - Brennkammer Innenwand: häufiger reinigen - Einspritzdüsenkörper: nur komplette Einspritzdüse mit Düsenkörper verwenden
System Befestigung	<ul style="list-style-type: none"> - Befestigungselemente häufiger kontrollieren (<i>4-eyes-check</i>) - Optische Rissprüfung, eventuell Farbeindruckprüfung

Tabelle 12: Verbesserungsmöglichkeiten der Hagelabwehranlagen

5.2 Potentiale in der Konstruktion

Grundsätzlich ist in Bezug auf Konstruktionen darauf hinzuweisen, dass eine Verbesserung der Konstruktion, bei gleichbleibender Funktionserfüllung, eine bestehende Zulassung nicht ändert. Eine konstruktive Änderung mit veränderter Funktion erfordert eine neue Zulassung der Hagelabwehranlage (Kap. 3.3).

Folgende Konstruktionsverbesserungen für Teilsystembereiche der Hagelabwehranlagen (Kap. 5.1) werden vorgeschlagen:

Konstruktive Verbesserung der Hagelabwehranlage, Cessna 150:

- Die AgJ-Rohrleitung ist mit einem starken Knick auf die Position der Einspritzdüse gebracht worden. Der Knick verengt den Rohrlitungsdurchmesser. Dadurch kommt es bei Auskristallisation des Silberjodids in diesem Bereich vermehrt zu Verstopfungen und Unterbrechungen des Förderflusses der Silberjodid-Aceton-Lösung. Eine Rohrleitungsführung ohne Knick mit größerem Rundungsradius wäre durchführbar.
- Die Kabinenaußenlasthalterung hat zu wenig Spielraum für eine reibungslose Montage des Außenlastträgers (siehe Skizze AgJ-Anlage Cessna 150, Anhang D). Hier wäre eine konstruktive Verbesserung hinsichtlich der Instandsetzung ein großer Vorteil (siehe Konstruktion Cessna 182, Anhang D).

Konstruktive Verbesserung der Hagelabwehranlage, P68B:

- Der im Cockpit befindliche Druckregler neben dem Pilotensitz ist an einer Position angebracht, die für den Piloten nicht ersichtlich ist. Dadurch kann die Manometeranzeige nicht abgelesen werden. Die Einhaltung des maximalen Betriebsdruckes von 1,5 [bar] ist durch die Voreinstellung des Druckreglers an der Stickstoffflasche gewährleistet. Eine Feinjustierung bis maximal 1,5 [bar] sollte jedoch während des Fluges vom Pilotensitz aus möglich sein. Durch die starke Latenz zwischen Druckregelung und Wirkung an der Flamme der Brennkammer wäre der Einblick auf die Manometeranzeige ein großer Vorteil für die Bedienung der Druckregelung. Eine konstruktive Verbesserung, bei der sich der Druckregler im Sichtfeld des Piloten befände, wäre möglich.
- Der Ausfall des elektrischen AgJ-Zufuhrventils durch Ablagerungen verhindert ein Schließen des Ventils, wodurch sich die Flamme der Brennkammer nicht mehr ausschalten lässt. Die manuelle Bedienung der AgJ-Zufuhr ist an der Hagelabwehranlage montiert, die sich im Gepäckraum des Luftfahrzeuges befindet. Daher muss bei einem Ausfall während des Fluges der Pilot in den hinteren Bereich des Flugzeuges gelangen, um die Störung vor der Landung beheben zu können. Das Landen mit brennendem Brennaggregat ist zu vermeiden. Eine konstruktive Verbesserungsidee, bei der eine Seilverbindung dem Piloten vom Pilotensitz aus ein manuelles Schließen der AgJ-Zufuhr ermöglicht, wurde bereits realisiert, wäre aber zu verbessern.

5.3 Potentiale im Bereich Ersatzteile

Für Komponenten der Hagelabwehranlagen, die bei Versagen nicht mehr verwendbar sind, sollte ein Lager angelegt sein. Aus dem Störungsverhalten der Anlagen lassen sich folgende Komponenten ausmachen, die bei Störungen auszutauschen sind:

- Dichtungen
- Dichtmasse
- Rohrleitungen
- Rohrleitungsanschlüsse*
- Ventile*
- Zündelektroden
- Zündstecker
- Elektrische Verkabelung
- Elektrische Steckverbindung
- Schrauben
- Sicherungssplinte
- Sicherungsdraht
- Isoliermaterial
- Elektrischer Servomotor für Luftklappe*
- Zündfunktenegeber*
- Einspritzdüsen*

Das Vorhandensein von Ersatzteilen gilt als notwendige Voraussetzung, um eine 100%ige Verfügbarkeit zu gewährleisten. Die mit * gekennzeichneten Teile befinden sich nicht im Lagerbestand der Firma Südflug. Daher wäre die Vervollständigung des Ersatzteillagers eine wichtige Verbesserung

5.4 Zusammenfassung der Verbesserungspotentiale

Aus der dargestellten Durchführung der Instandhaltung der Hagelabwehranlage, dem eruierten Störungsverhalten und der Ableitung von kritischen Elementen in der Ist-Analyse, konnten Verbesserungspotentiale bezüglich der Instandhaltung, der Konstruktion und im Bereich Ersatzteile gefunden werden.

6 Instandhaltungskonzept

Das folgende Kapitel umfasst die Betrachtung des Soll-Zustandes für die Instandhaltung der Hagelabwehranlagen bei geforderter Leistung und unter den herrschenden Rahmenbedingungen. Es wird ein Konzept für die Instandhaltung unter Verwendung der Einflussfaktoren und deren Einflussgrößen entworfen, um dem definierten Soll-Zustand zu entsprechen. Es werden erforderliche Strukturen und Inhalte des "Soll-Instandhaltungsprogramms", sowie notwendige Checkintervalle in einem Instandhaltungsablaufplan definiert und beschrieben.

6.1 Methodik der Konzeptgestaltung

Um ein den Anforderungen entsprechendes Konzept zu entwickeln, wird der Soll-Zustand wie folgt definiert:

Die Instandhaltung der Hagelabwehranlagen der Firma Südflug soll eine 100%ige Verfügbarkeit dieser Anlagen erzielen. Mittels standardisiertem Vorgehen soll eine Instandhaltung betrieben werden, die den gesetzlichen Rahmenbedingungen entspricht.

Im nächsten Schritt werden Komponenten eruiert, welche das Instandhaltungskonzept beeinflussen:

- Die gesetzlichen Rahmenbedingungen wirken mit gezielten Anforderungen auf die Instandhaltung, um ein Maß an Sicherheit bei der Abwicklung der Instandhaltung zu gewährleisten. Dementsprechend müssen die gesetzlichen Grundlagen (Kap. 3) im Soll-Konzept der Instandhaltung beachtet werden.
- Die Theorie der Instandhaltung ermöglicht ein Erfassen des optimalen Vorgehens in der Instandhaltung bei gegebenen Anforderungen an die technische Anlage. Ein bekanntes Störungsverhalten erleichtert die Auswahl der notwendigen Instandhaltungsmaßnahmen (Kap. 2.2).
- Die Erfahrungswerte aus dem Störungsverhalten und des Betriebes der Hagelabwehranlage aus der Ist-Analyse (Kap. 4.5) fließen in die Konzeptgestaltung mit ein, um ein angepasstes Instandhaltungsprogramm zu entwickeln.

Mit dem definierten Soll-Zustand und dem Einfluß der Komponenten wird in weiterer Folge ein Soll-Konzept für die Instandhaltung der Hagelabwehranlagen erarbeitet.

6.2 Einfluss der einzelnen Komponenten

Hier wird geklärt, inwieweit sich die einzelnen Komponenten auf das Soll-Konzept der Instandhaltung auswirken.

Die gesetzlichen Rahmenbedingungen liefern für die Instandhaltung genaue Vorgaben bezüglich der Inhalte, Struktur und Abwicklung, um einen europaweiten Sicherheitsstandard zu gewährleisten. Sie sind im Part M (EC) N.2042/2003 (Kap. 3.5) verankert. Um eine gesetzeskonforme Instandhaltung in der europäischen Luftfahrt zu betreiben, muss auf diese Inhalte eingegangen werden. In der Ausarbeitung des Soll-Konzepts (Kap. 6.3) werden notwendige Inhalte und Strukturen aus dem Part M abgeleitet und der Abwicklungsmodus der Instandhaltung wird auf die gesetzlichen Bestimmungen angepasst.

Die Theorie der Instandhaltung bietet für die verschiedenen Bedingungen und Voraussetzungen der Hagelabwehranlagen bestimmte Instandhaltungsstrategien. Die Methodik nach RCM (Kap. 2.2.4), wird als Möglichkeit herangezogen, um in Anlehnung an diese Methode einen optimalen Mix aus den bekannten Instandhaltungsstrategien für das Instandhaltungsprogramm zu entwickeln.

Die Erfahrungswerte aus den Vorfällen der Hagelabwehranlagen (Kap. 4.5) spiegeln das Störungsverhalten der Anlage wieder und liefern einen wichtigen Baustein für die konkrete Ausarbeitung von erforderlichen Checks, Checkintervallen und den Instandhaltungsablaufplan.

6.3 Konzeptgestaltung

Im folgenden Teil wird unter Miteinbeziehen der dargestellten Einflussgrößen (Kap. 6.2) ein Soll-Konzept gestaltet. Dieses Soll-Konzept dient als Grundstruktur, von dem ausgehend in weiterer Folge Instandhaltungsprogramme an jede einzelne Hagelabwehranlage der Firma Südflug angepasst werden.

6.3.1 Struktur und Inhalt des Instandhaltungsprogramms

Die Grundstruktur und notwendigen Inhalte eines gesetzlich konformen Instandhaltungsprogramms in der Luftfahrt sind im Part M N.2042/2003 (Kap. 3.5) verankert.

Daraus lässt sich folgende Inhaltsangabe für ein Instandhaltungsprogramm ableiten:

- Übersicht der Revisionen (MA.302(g))
- Übersicht der gültigen Seiten, Behördliche Genehmigung (MA.302(b))
- Systembeschreibung der Anlagen
- Klären der Verantwortlichkeit (MA.201, MA.202)
- IFCA (Instruction for Continued Airworthiness) (MA.302(e))
- Dokumentation (MA.305(h))
- Meldesystem bei CAMO (MA.201, MA.307(b))
- Überwachung (MA.307(b))
- Qualitymonitoring (MA.302(g))
- Vorgehen bei Revision (MA.302(g))
- Berechtigtes Instandhaltungspersonal (MA.706(j))

Die Übersicht der Revision und die gültigen Seiten sollten so gestaltet sein, dass sofort zu erkennen ist, ob ein Instandhaltungsprogramm am neuesten Stand gehalten wird und von der Behörde genehmigt ist.

Die Systembeschreibung der jeweiligen Hagelabwehranlage soll Teil des Instandhaltungsprogramms sein, um die Funktionserfüllung und Benennung der Teile darzustellen. Weiters soll eine Skizze angefertigt werden, um einen Überblick der Anlagenkomponenten zu erhalten. Notwendige Hinweisschilder der Anlage sollten angeführt sein.

Es sind die Verantwortlichkeiten bezüglich Aufrechterhaltung der Lufttüchtigkeit, des Instandhaltungspersonal und die Meldepflicht von sicherheitsrelevanten Vorfällen darzustellen.

Die IFCA (Instruction for Continued Airworthiness) soll alle Angaben der Instandhaltungsarbeiten, die in Form von Checklisten dargestellt werden, beinhalten und einen Instandhaltungsablaufplan, der über die Häufigkeiten der Instandhaltungsarbeiten Aufschluss gibt, bereitstellen.

Weiters soll die Überprüfung der mit Druck beaufschlagten Komponenten der Anlage nach gesetzlicher Regelung geklärt und dargestellt werden.

Es soll ein systematisches Verfahren entwickelt werden, um zukünftige Vorfälle, gemäß der Ist-Analyse von Vorfällen (Kap. 4.5) beschreiben, analysieren und bewerten zu können.

Bezüglich der Dokumentation sollten die Inhalte sowie der Modus der Dokumentation festgelegt werden, um der Aufzeichnungspflicht nachzukommen.

Die Kommunikation zwischen CAMO und Instandhaltungspersonal soll im Meldesystem verankert werden.

Der Ablauf der behördlichen Überwachung der Instandhaltung der Hagelabwehranlagen ist zu beschreiben.

Um die Qualität der Instandhaltung zu sichern, wird vom Betreiber eine jährliche Evaluierung vorgenommen, die in einen möglichen Revisionsprozess des Instandhaltungsprogramms einfließen kann. Der Ablauf des Revisionsprozesses soll beschrieben werden.

Das berechtigte Instandhaltungspersonal ist namentlich anzuführen.

6.3.2 Strategieauswahl für die Instandhaltung

Die Auswahl der Strategie erfolgt nach RCM-Verfahren (Kap. 2.2.4).

Die ersten drei Grundfragen des Verfahrens wurden bereits anhand der Ist-Analyse (Kap. 4) geklärt. Die Ist-Analyse wurde auf das RCM-Verfahren abgestimmt.

Die erste Grundfrage über die Funktionen und Leistungsnormen der Hagelabwehranlage, unter Berücksichtigung der Betriebsbedingungen, wurde in Kapitel 4.2 und Kapitel 4.3 beantwortet.

In den Kapiteln 4.5.1 bis 4.5.4 wurden die Fehlerarten und ihre Ursachen behandelt.

Welche Folgen und Auswirkungen mit den Fehlern verbunden sind, wurde in Kapitel 4.5.3 und Kapitel 4.5.4 geklärt.

Aus den abgeleiteten Verbesserungspotentialen (Kap. 5) und den Auswahlprozessen nach RCM-Verfahren (Kap. 2.2.4) wird nun die für kritische Elemente der Hagelabwehranlagen (Kap. 4.5.5) optimale Instandhaltungsstrategie abgeleitet (Tab.13).

Systembereich Hagelabwehr- anlage	Kritische Elemente (Luftfahrzeug)	Abgeleitete Instandhaltungsstrategie
Stickstoffsystem	Dichtring Stickstoffflasche	periodische IH, geplanter Austausch
	Stickstoff-Rohrleitungsanschlüsse	zustandsorientierte IH, geplante Inspektion
	Druckregler im Cockpit (P68B)	Änderung der Konstruktion
	Stickstoff-Zufuhrventil (Cessna 150)	Änderung im Verwendungsverhalten
AgJ-System	Dichtring AgJ-Einlaß	periodische IH, geplanter Austausch
	AgJ-Rohrleitungsanschlüsse	Zustandsorientierte IH, geplante Inspektion
	Elektrisches AgJ-Zufuhrventil (P68B)	Änderung der Konstruktion periodische IH, geplante Überholung
	AgJ-Rohrleitungsknick vor Einspritzdüse (Cessna 150)	Änderung der Konstruktion
	Einspritzdüse	Periodische IH, geplante Überholung
	Verschweißung am AgJ-Vorratsbehälter	Zustandsorientierte IH, geplante Inspektion
	Absperrventile	Periodische IH, geplante Überholung
Zündsystem	Kontakte elektrische Verkabelung	Periodische IH, geplante Überholung
	Verbindung Zündkabelstecker – Zündelektrode	Zustandsorientierte IH, geplante Inspektion
	Keramikumantelung der Zündelektrode	Zustandsorientierte IH, geplante Inspektion
	Zündelektrodenspitze	Zustandsorientierte IH, geplante Inspektion
	Zündfunktenggeber mit Zündkabel	Redundanz/Ausfallbehebung
System Brennkammer	Luftklappe	Änderung der Konstruktion Zustandsorientierte IH, geplante Inspektion
	Brennkammer Innenwand	Periodische IH, geplante Überholung
	Einspritzdüsenkörper	Zustandsorientierte IH, geplante Inspektion
System Befestigung	Befestigungselemente	Zustandsorientierte IH, geplante Inspektion

Tabelle 13: Ermittelte Instandhaltungsstrategien der kritischen Elemente

6.3.3 Ableitung der Checkintervalle aus Vorfällen

In diesem Kapitel werden anhand der erfassten Vorfälle (Kap. 4.5.2) Checkintervalle für die kritischen Elemente der Hagelabwehranlagen abgeleitet.

Die mangelhafte Dokumentation von Vorfällen der Hagelabwehranlagen verhindert die genaue Abbildung des Störungsverhaltens. Jedoch können aus den vorhandenen Daten der eruierten Vorfälle Schätzungen für die Zeitintervalle zwischen den einzelnen Instandhaltungsaktionen abgeleitet werden (Kap. 2.2.3). Zur Unterstützung für diese Schätzungen werden, wenn möglich, MTBF (Mean Time Between Failures, Kap. 2.2.3) berechnet und Erfahrungswerte der Firma Südflug bezüglich der Hagelabwehranlage miteinbezogen, um an das Störungsverhalten der Hagelabwehranlagen angepasste Intervalle zu finden.

Aus den Daten der eruierten Vorfälle (Kap. 4.5.2) ergeben sich folgende MTBF des Fehlers "Förderunterbrechung" im AgJ-System. Für die Berechnung der MTBF werden die Vorfälle der linken und rechten Brenngeneratoren über die Jahre 2010 und 2011 je Luftfahrzeug zusammengefasst (Tab.14).

LFZ	Jahr	Σt [min]		Anzahl		MTBF (LFZ) [min]
		Brenner links	Brenner rechts	Brenner links	Brenner rechts	
Cessna 150	2010	3403	3249	5	4	740,4
	2011	3645	3770	6	4	
Cessna 182	2010	3287	3693	4	3	1105,8
	2011	3645	3645	2	3	
Partenavia P68B	2010	742	484	2	3	429,1
	2011	1318	1318	2	2	

Tabelle 14: Mean Time Between Failures (MTBF) von Förderunterbrechung im AgJ-System

Das Störungsverhalten der Förderunterbrechung im AgJ-System ist von vielen Faktoren abhängig (Auskristallisationsgrad des Silberjodids, Durchflussmenge, Standzeit der Hagelabwehranlage, usw.).

Bei den Hagelabwehranlagen der einmotorigen Luftfahrzeuge (Cessna 150, Cessna 182) die in etwa denselben Betriebsstundenverlauf haben, lässt sich ein MTBF-Wert zwischen 12 und 18 Betriebsstunden erkennen. In diesem Fall werden vor Erreichen einer bestimmten Betriebsstundenanzahl die Instandhaltungsmaßnahmen eingeleitet.

Die Hagelabwehranlage des zweimotorigen Luftfahrzeuges (P68B) hingegen, zeigt ein Ausfallverhalten in Abhängigkeit von Kalendertagen, da das Luftfahrzeug nicht sehr oft zum Einsatz kommt.

Die Checkintervalle sollten auf diese verschiedenen Ausfallcharakteristika der jeweiligen Hagelabwehranlagen ausgerichtet sein.

In der folgenden Tabelle 15 werden die ermittelten Instandhaltungsintervalle (Checkintervalle) der relevanten kritischen Elemente der Hagelabwehranlagen (Kap. 4.5.5) abgebildet. Sie sind nach Teilsystembereiche der Hagelabwehranlage geordnet.

Vorgehen zur Ermittlung der Checkintervalle:

Die Abbildung des Störungsverhalten der Anlagen, wie in Anhang B dargestellt, und die Meantime Between Failures für Förderunterbrechung im AgJ-System (Tab. 14) werden für die Ermittlung der Checkintervalle herangezogen. Zusätzlich fließen die Erfahrungswerte der Firma Südflug bezüglich der Hagelabwehranlagen in diese Ermittlung mit ein.

Systembereich Hagelabwehr- anlage	Kritische Elemente (Luftfahrzeug)	Abgeleitete Checkintervalle
Stickstoffsystem	Dichtring Stickstoffflasche	geplanter Austausch: jährlich
	Stickstoff-Rohrleitungsanschlüsse	geplante Inspektion: jährlich
AgJ-System	Dichtring AgJ-Einlaß	geplanter Austausch: jährlich
	AgJ-Rohrleitungsanschlüsse	geplante Inspektion: jährlich
	Elektrisches AgJ-Zufuhrventil (P68B)	geplante Überholung: 12,5 Betriebsstunden oder nach zwei Monaten seit letzter Kontrolle
	Einspritzdüse	geplante Überholung: 12,5 Betriebsstunden oder nach zwei Monaten seit letzter Kontrolle
	Verschweißung am AgJ-Vorratsbehälter	geplante Inspektion: 50 Betriebsstunden, jährlich
	Absperrventile	geplante Überholung: jährlich
Zündsystem	Kontakte elektrische Verkabelung	geplante Überholung: 50 Betriebsstunden, jährlich
	Verbindung Zündkabelstecker – Zündelectrode	geplante Inspektion: vor jedem Einsatz
	Keramikumantelung der Zündelectrode	geplante Inspektion: jährlich
	Zündelectrodenspitze	geplante Inspektion: 50 Betriebsstunden, jährlich
System Brennkammer	Luftklappe	geplante Inspektion: jährlich
	Brennkammer Innenwand	geplante Überholung: 12,5 Betriebsstunden
	Einspritzdüsenkörper	geplante Inspektion: jährlich
System Befestigung	Befestigungselemente	geplante Inspektion: 50 Betriebsstunden, jährlich
	Brennkammerbefestigung	geplante Inspektion: vor jedem Einsatz, jährlich
	Zündelectrodenbefestigung	geplante Inspektion vor jedem Einsatz, jährlich

Tabelle 15: Abgeleitete Checkintervalle

6.3.4 Instandhaltungsablaufplan

Der Instandhaltungsablaufplan gibt an, zu welchem Zeitpunkt welche Kontrollen stattzufinden haben und hilft dem Instandhaltungspersonal die Übersicht über die Instandhaltung der Hagelabwehranlagen zu bewahren. Bei der Erarbeitung des Instandhaltungsablaufplans (Kap. 7) kommen die abgeleiteten Checkintervalle aus Vorfällen (Kap. 6.3.3) zum Einsatz und helfen das Zeitintervall zwischen den einzelnen Checks festzulegen. Das "Triggering", das Auslösen einer Kontrolle, wird durch Erreichen einer bestimmten Betriebsstundenanzahl oder durch das Erreichen einer bestimmten Anzahl von Kalendertagen seit der letzten Kontrolle, verursacht. Für die Durchführung der Checks wird ein Toleranzfenster festgelegt, welches sich an die Bestimmungen für die Instandhaltung bei Luftfahrzeugen (Kap. 3.4) stützt. Die im Bereich der Luftfahrzeuginstandhaltung festgelegten +/- 10% des jeweiligen Zeitintervalls harmonisieren auch mit den festgelegten Instandhaltungsintervallen für die Hagelabwehranlagen und es treten keine Überschneidungen mit den durchschnittlichen Einsatzflugzeiten (Kap. 4.3.3) auf. So ergibt sich zum Beispiel für eine 12,5 Stunden Kontrolle und einem +/- 10% Toleranzfenster ein Betriebsstundenzeitfenster von 11,25 Stunden bis 13,75 Stunden, bei dem ein 12,5 Stunden Check durchzuführen ist. Die mittlere Einsatzdauer des Luftfahrzeug Cessna 150 beträgt 1,75 Stunden. Somit wird bei einem noch nicht Erreichen der 11,75 Betriebsstunden und einem zusätzlichen Einsatz mittlerer Dauer von 1,75 Stunden das Zeitintervallfenster für eine Kontrolle nicht überschritten.

Mit dem Erfassen des aktuellen Betriebsstundenstandes der Hagelabwehranlagen und der datierten letzten Kontrolle, soll mit dem Instandhaltungsablaufplan die Übersichtlichkeit gegeben sein.

6.3.5 Beschreibung der Checklisten

Im Rahmen dieser Arbeit sind Checklisten Auflistungen, in denen alle notwendigen Arbeitsschritte für eine vollständige Durchführung eines Auftrages angeführt sind. Die systematische Instandhaltung mittels Checklisten, liefert ein hohes Maß an Sicherheit, dass die Instandhaltungsarbeiten lückenlos durchgeführt werden. Dementsprechend muss jeder Arbeitsschritt (Task) angegeben sein und sollte nach erfolgter Durchführung von der Person, welche die Instandhaltung durchführt, unterzeichnet werden. Dieser Methode bedient sich auch die Luftfahrzeuginstandhaltung, um eine vollständige Durchführung aller notwendigen Arbeitsschritte zu gewährleisten. Für die Entwicklung der Checklisten für die Hagelabwehranlagen sollten folgende Bedingungen gelten:

- Die Tasks haben alle notwendigen Checks für die Instandhaltungsarbeiten zu erfassen.
- Die Tasks müssen in chronologisch durchführbarer Reihenfolge aufgelistet werden.
- Jeder Task muss eindeutig beschrieben sein, um Fehlinterpretationen zu vermeiden.
- Durch eine Nummerierung sollte jeder Task eindeutig zuordenbar sein.
- Jeder Task sollte ein zusätzliches freies Feld für die Unterschrift der instandhaltenden Person aufweisen.
- Am Ende einer Checkliste sollte die Möglichkeit für Datum, Name, Unterschrift und Bemerkung gegeben sein.

6.3.6 Druckgeräteprüfung

In diesem Kapitel wird angeführt, welche Komponenten der Hagelabwehranlage gemäß DGVO als Druckgerät gelten und wie diese Komponenten instandzuhalten sind.

Aus Kap. 3.5, gesetzliche Vorschriften für Druckbehälter, und Kap. 4.2.2, technische Beschreibung der Hagelabwehranlage, lassen sich folgende Komponenten der Hagelabwehranlage als Druckgeräte identifizieren:

- AqJ-Vorratsbehälter:
 Cessna 150: Maximales Volumen: 40 [l], Maximaler Betriebsdruck: 1,5 [bar]
 Cessna 182: Maximales Volumen: 50 [l], Maximaler Betriebsdruck: 1,5 [bar]
 P68B: Maximales Volumen: 80 [l], Maximaler Betriebsdruck: 1,5 [bar]
- Rohrleitungen aus Chrom/Nickel-Stahl: DN (Nennweite) 6 [mm], Maximaler Betriebsdruck: 1,5 [bar]
- Stickstoffflasche:
 Cessna 150, Cessna 182: Maximales Volumen: 5 [l], Maximaler Betriebsdruck: 200 [bar]
 P68B: Maximales Volumen: 20 [l], Maximaler Betriebsdruck: 200 [bar]
- Druckregler für Stickstoffflasche: Maximaler Betriebsdruck: 200 [bar]

Wie aus der gesetzlichen Vorschrift für Druckbehälter (Kap. 3.5) hervorgeht, sind die ermittelten Gefahrenpotentiale der jeweiligen Komponenten entscheidend für den Instandhaltungsmodus.

Im ersten Schritt erfolgt die Einstufung des unter Druck gelagerten bzw. geförderten Fluids in gefährliche Stoffe (Gruppe 1) oder in ungefährliche Stoffe (Gruppe 2):

- AgJ-Aceton-Gemisch zählt gemäß §14 DGVO zu den gefährlichen Stoffen (Gruppe 1)
- Stickstoff zählt gemäß §14 DGVO zu den ungefährlichen Stoffen (Gruppe 2)

Im zweiten Schritt können anhand der Fluidklassifizierung die zutreffenden Konformitätsbewertungsdiagramme gefunden werden (Anhang II DGVO), aus denen die betreffenden Komponenten in Druckgeräte mit hohem, oder niedrigem Gefahrenpotential ermittelt werden können.

Diagramm 8 der DGVO (Anhang C) wird für die Ermittlung des Gefahrenpotentials für die AgJ-Rohrleitungen herangezogen, Diagramm 3 (Anhang C) für die AgJ-Vorratsbehälter und Diagramm 2 (Anhang C) für Stickstoffflaschen und Druckregler.

Daraus ergibt sich für die AgJ-Vorratsbehälter und Rohrleitungen ein geringes Gefahrenpotential und für die Stickstoffflaschen und Druckregler ein hohes Gefahrenpotential.

Bei Druckgeräten mit geringem Gefahrenpotential sind gemäß DGÜW-V §5 Kontrollen vom Betreiber selbst durchzuführen. Druckgeräte mit hohem Gefahrenpotential sind von einer dazu berechtigten Stelle zu kontrollieren (DGÜW-V). Somit ergeben sich für die AgJ-Vorratsbehälter und Rohrleitungen Kontrollen seitens des Betreibers, die in die Instandhaltungsprogramme mitaufgenommen werden müssen. Stickstoffflasche und Druckregler sind von einer dazu berechtigten Stelle zu überprüfen, was in diesem Falle von der Firma Air Liquide Austria GmbH durchgeführt wird.

6.3.7 Dokumentation

Bezüglich der Abwicklung in der Instandhaltung gilt gemäß Part M. MA.305 (h) (Kap. 3.5) die Aufzeichnungspflicht. Es muss daher die Möglichkeit geschaffen werden, Überholungsarbeiten, Reparaturarbeiten, Austausch von Teilen und Fehlerbehebung im Zuge der geplanten Instandhaltung standardmäßig zu dokumentieren. Die bestätigten Checklisten können als Dokumentationsmaterial für den Nachweis der geplanten, durchgeführten Instandhaltungsarbeiten dienen. Weiters soll auch die Möglichkeit

gegeben werden, Vorfälle systematisch zu erfassen, zu analysieren und zu dokumentieren. Für diesen Zweck wird eine eigene Vorfallskarte entwickelt, anhand der das Instandhaltungspersonal bei einem Vorfall - von der Erfassung über die Analyse und Ursachenfindung bis hin zur Behebung - vorgehen soll. Mit dieser Vorfallskarte wird eine Vorfalldokumentation ermöglicht. Die Vorfallskarte wird analog dem Vorgehen im Kapitel 4.5.3 entworfen, um eine lückenlose Sammlung der Fehler der Hagelabwehranlagen zu erhalten und in weiterer Folge Verbesserungspotenziale ableiten zu können. Das Vorgehen anhand der Vorfallskarte wird durch eine Beschreibung eindeutig geklärt.

6.3.8 Revisionsmöglichkeit

Anhand der in Kapitel 6.3.7 beschriebenen Dokumentation ist es dem Betreiber möglich, aus den gewonnenen Daten der Dokumentation im Jahresrhythmus zu prüfen, ob bei Einhaltung des Instandhaltungsprogramms mit den Instandhaltungsaktivitäten Vorfällen erfolgreich entgegengewirkt werden konnte. Falls es notwendig sein sollte, Intervalle, Checks oder sonstige Änderungen im Instandhaltungsprogramm vorzunehmen die einer Verbesserung dienlich sind, hat der Hersteller die Möglichkeit, solche Änderungen in einer Revision des Instandhaltungsprogramms durchzuführen. Das Vorgehen bei Revisionen sollte im Instandhaltungsprogramm beschrieben sein.

6.4 Zusammenfassung Instandhaltungskonzept

In diesem Kapitel wurde die Methodik zur Konzeptgestaltung beschrieben und auf die einzelnen Komponenten, die auf das Konzeptgestaltungsprogramm Einfluss haben, eingegangen. Es wurden die Struktur und der Inhalt des Instandhaltungsprogramms erarbeitet und die Strategieauswahl für die Instandhaltung getroffen. Nach Ableitung der Checkintervalle aus eruierten Vorfällen konnte der Instandhaltungsplan bestimmt werden. Mit dieser Konzeptgestaltung ist eine Anpassung der Instandhaltungsprogramme an die Hagelabwehranlagen der einzelnen Luftfahrzeuge der Firma Südflug möglich.

7 Implementierung

Die drei Hagelabwehranlagen sind aus unterschiedlichen Komponenten aufgebaut (Kap. 4.2.1), wodurch sich ein unterschiedliches Störungsverhalten erkennen lässt (Kap. 4.5). Dementsprechend wird für jede Hagelabwehranlage das Instandhaltungsprogramm in der Implementierung angepasst. Nachfolgend werden einzelne Auszüge aus den Instandhaltungsprogrammen dargestellt. Die Beschreibungen zu den einzelnen Auszügen sind in den vollständigen Instandhaltungsprogrammen der Hagelabwehranlagen, welche in Anhang D zu finden sind, enthalten.

Die Instandhaltungsprogramme werden gemäß dem Instandhaltungskonzept aus Kapitel 6 entworfen. Dabei werden die Grundstruktur und die vorgegebenen Inhalte, die in einem gesetzeskonformen Instandhaltungsprogramm gemäß Part M (Kap. 3.5) erforderlich sind, eingehalten.

Um eine bessere Übersicht der Komponenten der Hagelabwehranlagen zu erhalten, wird jeweils eine Skizze angefertigt.

Der Ablaufplan des Instandhaltungsprogramms (Abb. 25) wird mit den ermittelten Intervallen aus Kap. 6.3.3 erstellt.

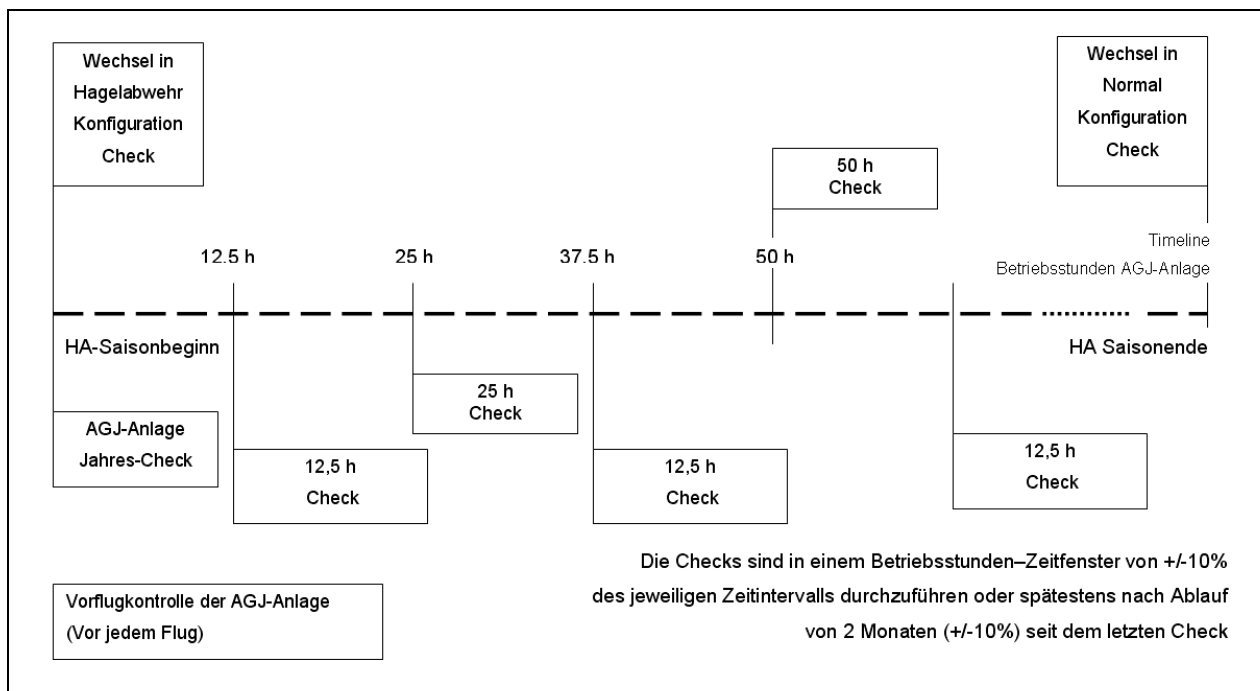


Abbildung 25: IHP Ablaufplan

Für alle Instandhaltungstätigkeiten werden Checklisten angefertigt, um die Arbeitsschritte systematisch und vollständig durchführen zu können. Die Checklisten sind so gestaltet, dass eine umfassende Dokumentation der Instandhaltungsarbeiten ermöglicht wird. Es werden Checklisten für den Jahrescheck, den Ein- und Ausbau und alle Checkintervalle angefertigt. Als Beispiel wird die Checkliste des "25 h Check" der Hagelabwehranlage des Luftfahrzeuges Cessna 150 angeführt (Abb. 26).

G. Checkliste: 25 h Check

Nr.	Task	Sign
01	Hintere Brennkammerhülle der jeweiligen Brennkammer abnehmen und verschmutzte Teile reinigen	
02	Einspritzdüse der jeweiligen Brennkammer ausbauen und reinigen	
03	AGJ–Ablagerungen in den Düsenanschlüssen entfernen	
04	Zusammenbau der Brennkammer-Komponenten	
05	Zünderelektrodenhalterung auf Risse prüfen (Sichtprüfung)	
06	<u>Folgende Komponenten auf festen Sitz kontrollieren:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Rohrleitungsanschlüsse der AGJ–Anlage • Kabinen–Außenlasthalterung • Stickstoffflaschen(–Halterung) • Druckregler(–Halterung) • Außenlastträger • AGJ–Vorratsbehälter 	
07	AGJ-Anlage Vorflugkontrolle (Checkliste E)	

Datum	Name	Unterschrift
Bemerkungen		

Abbildung 26: 25 h Check

Die Gestaltung der Vorfallskarte wird so vorgenommen, dass eine Erfassung, Analyse und Ursachenfindung auftretender Vorfälle ermöglicht wird. In Abbildung 27 wird die, in dieser Arbeit entwickelte Vorfallskarte dargestellt.

Luftfahrzeug		Datum		Wer hat Vorfall erfasst	
Betriebsstunden der AGJ-Anlage		Betriebsstunden des Luftfahrzeuges		Bezeichnung des Vorfalls	
Kategorisierung des Vorfalls in AGJ–Anlagen Hauptgruppen: Zutreffendes ankreuzen					
AGJ-System	Stickstoff-System	Zünd-System	Brennkammern	Befestigungselemente	
Beschreibung des Vorfalls					
Analyse und Bewertung des Vorfalls (Sicherheit, Funktionalität und Auswirkung auf HA–Einsatz) Ratingskala 0 - 6					
Ursache des Vorfalls (Ishikawa)					
Behebung des Vorfalls					
Der Vorfall ist entsprechend der Störungsverordnung an die Behörde zu melden (Zutreffendes ankreuzen)				JA	NEIN

Abbildung 27: Vorfallskarte

Durch die gewonnenen Daten aus der Dokumentation der Instandhaltung und der Vorfälle können wichtige Informationen für eine eventuell notwendige Revision der Instandhaltungsprogramme abgeleitet werden. Das Vorgehen bei einer Revision wird in den Instandhaltungsprogrammen beschrieben.

Ebenfalls befindet sich in den Instandhaltungsprogrammen die Anführung des berechtigten Instandhaltungspersonals sowie deren Verantwortlichkeiten.

Die ausgearbeiteten Instandhaltungsprogramme der Hagelabwehranlagen der jeweiligen Flugzeuge der Firma Südflug befinden sich, wie bereits erwähnt, im Anhang D und stellen das Ergebnis dieser hier vorliegenden Arbeit dar.

8 Zusammenfassung und Ausblick

Die Aufgabenstellung dieser Arbeit umfasst die Entwicklung eines standardisierten Vorgehens zur Instandhaltung in der Hagelabwehr. Eine Stakeholderanalyse relevanter Stakeholder aus Sicht der Hagelabwehr soll einen Überblick über die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Interessensvertretern liefern. Das Erfassen der zugrunde liegenden gesetzlichen Rahmenbedingungen in der Hagelabwehr dient als Grundlage, um ein gesetzeskonformes Instandhaltungsprogramm zu entwickeln. Eine Analyse zur Darstellung des Ist-Zustandes der Instandhaltung bei der Firma Südflug soll die Ausgangsbasis für die Konzeptgestaltung des neuen Instandhaltungsprogramms bilden. Die Strukturierung und Systematisierung der Instandhaltungsaktivitäten wird durch formulierte Checklisten, welche die Gesamtheit notwendiger Instandhaltungsaktivitäten beinhalten, erreicht. Um die geforderte 100%ige Verfügbarkeit der Hagelabwehranlagen so gut wie möglich erzielen zu können, soll der Instandhaltungsablaufplan mit den Checkintervallen dementsprechend ausgerichtet werden.

Die durchgeführte Ist-Analyse der Vorfälle bei den Hagelabwehranlagen der Firma Südflug zeigte, dass mit der derzeitigen Instandhaltung der Hagelabwehranlagen die geforderte 100%ige Verfügbarkeit nur bedingt erreicht wird. Anhand der eruierten und analysierten funktions- und sicherheitsrelevanten Störungen der Hagelabwehranlagen wurde, angelehnt an das RCM-Verfahren (Reliability Centered Maintenance), ein neuer Instandhaltungsablaufplan mit den notwendigen Checklisten und Intervallen entwickelt. Die Entwicklung einer sogenannten Vorfalldkarte ermöglicht die Analyse und Dokumentation zukünftig auftretender Störungen und stellt die Basis für eine Revisionsmöglichkeit dar.

Die entwickelten Instandhaltungsprogramme befinden sich bereits im Zulassungsverfahren bei der Austro Control und werden voraussichtlich als Zusatz in den AFM Supplements der jeweiligen Luftfahrzeuge genehmigt.

Das Vorgehen in der Instandhaltung der Hagelabwehranlagen wird somit nach den beschriebenen Instandhaltungsprogrammen stattfinden und es wird sich zeigen, wie gut sich die Verbesserungen in der Instandhaltung auf den Betrieb der Hagelabwehranlagen auswirken werden. Auf alle Fälle wird die nun lückenlos durchführbare Dokumentation neue Erkenntnisse über das Störungsverhalten der Hagelabwehranlagen liefern und bei richtiger Anwendung der neuen Instandhaltungsprogramme kann dem Störungsverhalten wirksam gegengesteuert werden.

Literaturverzeichnis

AFM Supplement Cessna 182, Südflug: OE-KIT, Revision 2, April 2006

AFM Supplement Partenavia P68B, Südflug: OE-FGW, Revision 2, Feb. 2005

ASCE-American Society of Civil Engineers: Standard Practice for the Design and Operation of Hail Suppression Projects, ASCE, Virginia 2003

Baatz, H.: Mechanismus der Gewitter und Blitze, 2. Auflage, VDE-Verlag, Berlin 1985

Biedermann, H: Ersatzteilmanagement, 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2008

BMW Informationsblatt: Geschäftszahl 93520/13-IV/10/99 Information, RS33, Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit, Wien 18.11.1999

BMW Informationsblatt: Geschäftszahl 93570/0007-5/13/2006 Information, RS47, Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit, Wien 30.11.2006

DGÜW-V: Druckgeräteüberwachungsverordnung, Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, 04.11.2004

DGVO: Druckgeräteverordnung, Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten, 15.02.2012

DIN 31051: Grundlagen der Instandhaltung, Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth Verlag GmbH, Berlin, Juni 2003

DKIN Empfehlung Nr.2: Gliederung der Instandhaltungsmaßnahmen, Hrsg. DKIN e.V. Düsseldorf, 1980

Emde, K.v.d.: Wolkenphysikalische Aspekte der Hagelbildung und Hagelabwehr, Publ. BZ Raiffeisenhof Graz, Bd.12, Graz 1994

Freeman, E. R.: Strategic Management, A Stakeholder Approach, Pitman Publishing Inc., USA, 1984

Hartmann, E.H.: Entwicklung einer Instandhaltungsstrategie mit Hilfe von Benchmarking, 1998

Hertlein, W.: Analyse und Korrelation von Hagelschäden mit Wetterradardaten und Hagelabwehrmassnahmen, Diplomarbeit, Technische Universität Graz, 2011

Kesselgesetz: Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, 24.04.1992

Kühr, W.: Der Privatflugzeugführer, Band 2 – Flugwetterkunde, Friedrich Schiffmann, Bergisch 1989

- LTH (Lufttüchtigkeitshinweis) Nr.36:** Austro Control, Abteilung Flugtechnik, 13.11.2001
- Matyas, K.:** Taschenbuch Instandhaltungslogistik, 3. Auflage, Carl Hanser Verlag München Wien, 2008
- Moubray, J.:** RCM-Die hohe Schule der Zuverlässigkeit von Produkten und Systemen, Verlag Moderne Industrie Landsberg, 1996
- Müller, H.G.:** Hagelunterdrückung, in: promet, Wolkenphysik, Heftnr.4, 1972, S. 22-27
- Pachatz, G.C.:** Analyse der Effizienz der Hagelabwehr in der Steiermark anhand von Fallbeispielen, Wegener Center, Graz 2005
- Part M:** Commission Regulation (EC) N.2042/2003, Continuing Airworthiness, 20.11.2003
- REFA:** 1985 MLPS, Teil 4
- Reichl, H.-W.:** "Best of breed" für die Instandhaltungsstrategie, in: Biedermann, H. (Hrsg.): Best Practice and Trends in der Instandhaltung, TÜV-Verlag, Köln 2000, S.113-135
- Steinberg, D.:** Internationale Aspekte ökonomisch determinierter Wettermanipulation, Grin Verlag, Deutschland 2006
- Schiesser, H.H.:** Fernerkundung von Hagelschäden mittels Wetterradar untersucht an Ackerkulturen, remote sensing series, Department of Geography, University of Zurich, Zürich 1988
- Troyer, D. D.:** RCM and Oil Analysis – Reliability-Centered Maintenance and It's Meaning to the Oil Analysis Professional, Practicing Oil Analysis, Jan/Feb 1999
- Weickmann, H.:** Atmosphärische Eisbildung, in: promet, Wolkenphysik, Heftnr. 4, 1972, S.7-11
- Wohinz, J. W.:** Industrielles Management – Das Grazer Modell, Wien/Graz 2003
- Wohinz, J.W.:** Industriebetriebslehre, Induscript, 19. Auflage, Institut für Industriebetriebslehre und Innovationsforschung, Technische Universität Graz, 2005/2006

Internetquellenverzeichnis

Austro Control:

http://www.austrocontrol.at/content/lfa/Luftfahrzeuge/Lufttuechtigkeit_und_Zertifizierung/LuZ.shtml, Zugriffsdatum: 20.03.2012

Austro Control: Lufttüchtigkeit,

http://www.austrocontrol.at/content/lfa/Luftfahrzeuge/Lufttuechtigkeit_und_Zertifizierung/d_LTZ/LTZ.shtml, Zugriffsdatum: 22.03.2012

Austro Control: Aufgabenbereich,

<http://www.austrocontrol.at/content/acg/unternehmen/aufgaben/aufgaben.shtml>,
Zugriffsdatum: 23.03.2012

Austro Control: Flugwetter Wetterradar,

http://www.flug-wetter.at/radar/all_inkl/index.php, Zugriffsdatum: 01.09.2011

Austro Control: Flugwetter Wetterradar Information,

http://www.flug-wetter.at/radar/all_inkl/radar.html, Zugriffsdatum: 19.03.2012

Deutscher Wetterdienst: Wetterlexikon,

http://www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop?_nfpb=true&_pageLabel=dwdwww_menu2_wetterlexikon&_nfls=false, Zugriffsdatum: 20.03.2012

EASA: Regulations Structure,

<http://easa.europa.eu/regulations/regulations-structure.php>, Zugriffsdatum: 20.03.2012

EASA: Leitbild,

<http://easa.europa.eu/language/de/what-we-do.php>, Zugriffsdatum: 24.03.2012

Hailair GmbH:

<http://hailair.at/>, Zugriffsdatum: 22.03.2012

Hagelabwehrverband Ostschweiz: Schematischer Aufbau einer Gewitterzelle,

<http://www.havos.ch/informationen/hagel.html>, Zugriffsdatum: 11.12.2011

Steirische Hagelabwehr Genossenschaft:

<http://hagelabwehr.at/index.html>, Zugriffsdatum: 22.03.2012

Vicorpower: Speaks, S.: Reliability and MTBF Overview

http://cdn.vicorpower.com/documents/quality/Rel_MTBF.pdf, Zugriffsdatum: 22.03.2012

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Einsatzflugzeuge der Firma Südfug.....	2
Abbildung 2: Phasen des Vorgehens.....	4
Abbildung 3: Schematischer Aufbau einer Gewitterzelle.....	7
Abbildung 4: Hagelflugzeug beim Seeding einer Gewitterwolke.....	12
Abbildung 5: Wetterradarbild.....	13
Abbildung 6: Das Grazer Modell für Industrielles Management.....	14
Abbildung 7: Maßnahmen der Instandhaltung.....	16
Abbildung 8: Badewannenkurve.....	18
Abbildung 9: Ishikawa Diagramm (Ursache-Wirkung-Diagramm).....	19
Abbildung 10: Gliederung der Instandhaltungsstrategien.....	19
Abbildung 11: PF-Kurve.....	22
Abbildung 12: Auswahlprozess für vorwegnehmende Instandhaltungsmaßnahmen.....	25
Abbildung 13: Auswahlprozess für Standardmaßnahmen.....	26
Abbildung 14: Mögliche Stakeholder aus der Sicht der Unternehmung.....	35
Abbildung 15: Übersicht der Stakeholder aus Sicht der Hagelabwehr.....	36
Abbildung 16: Prinzipskizze des Systemaufbaus der Hagelabwehranlage.....	42
Abbildung 17: Teilsysteme der Hagelabwehranlage.....	43
Abbildung 18: Bewertung des Schweregrades eines Vorfalls.....	55
Abbildung 19: Grafische Darstellung der Vorfälle vom Luftfahrzeug Cessna 150 im Jahr 2010.....	59
Abbildung 20: Grafische Darstellung der Vorfälle vom Luftfahrzeug Cessna 150 im Jahr 2011.....	59
Abbildung 21: Grafische Darstellung der Vorfälle vom Luftfahrzeug Cessna 182 im Jahr 2010.....	60
Abbildung 22: Grafische Darstellung der Vorfälle vom Luftfahrzeug Cessna 182 im Jahr 2011.....	60
Abbildung 23: Grafische Darstellung der Vorfälle vom Luftfahrzeug Partenavia P68B im Jahr 2010.....	61

Abbildung 24: Grafische Darstellung der Vorfälle vom Luftfahrzeug Partenavia P68B im Jahr 2011.....61

Abbildung 25: IHP Ablaufplan.....80

Abbildung 26: 25 h Check.....81

Abbildung 27: Vorfallskarte.....82

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Technische Daten der Einsatzflugzeuge der Firma Südflug.....	2
Tabelle 2: Checkliste für Auswahl der richtigen Instandhaltungsstrategie.....	27
Tabelle 3: Vergleich der Hagelabwehrbetreiber.....	38
Tabelle 4: Übersicht der Betriebsgrenzen der HA-Anlagen.....	46
Tabelle 5: Vorfälle im Bereich Stickstoffsysteem.....	56
Tabelle 6: Vorfälle im Bereich AgJ-System.....	57
Tabelle 7: Vorfälle im Bereich Zündsystem.....	57
Tabelle 8: Vorfälle im Bereich System Brennkammer.....	58
Tabelle 9: Vorfälle im Bereich System Befestigung.....	58
Tabelle 10: Vorfallstatistik.....	62
Tabelle 11: Kritische Elemente der Hagelabwehranlagen.....	63
Tabelle 12: Verbesserungsmöglichkeiten der Hagelabwehranlagen.....	65
Tabelle 13: Ermittelte Instandhaltungsstrategien der kritischen Elemente.....	72
Tabelle 14: Mean Time Between Failures (MTBF) von Förderunterbrechung im AgJ-System.....	73
Tabelle 15: Abgeleitete Checkintervalle.....	75

Anhang

Inhaltsverzeichnis

A: Einsatzflugzeiten.....	91
B: Flugeinsätze und Vorfälle.....	92
C: Konformitätsdiagramme.....	97
D: IHP Cessna 150, Cessna 182, Partenavia P68B.....	99

A: Einsatzflugzeiten

Jahr	Kumulierte Flugzeit			Anzahl Einsätze			Durchschnittliche Flugzeit		
	C-150	C-182	P68B	C-150	C-182	P68B	C-150	C-182	P68B
2001	-	3465	917	-	37	9	-	93,65	101,89
2002	-	2847	1301	-	32	21	-	88,97	61,95
2003	-	2989	943	-	36	14	-	83,03	67,36
2004	3196	3377	1663	35	40	22	31,31	84,43	75,59
2005	3868	4100	1444	35	39	18	110,51	105,13	80,22
2006	4425	4632	1273	44	48	17	100,57	96,50	74,88
2007	3614	4692	1299	37	44	15	97,68	106,64	86,60
2008	4717	4353	849	46	40	12	102,54	108,83	70,75
2009	5326	5531	1592	46	48	18	115,78	115,23	88,44
2010	3518	3578	881	34	34	11	103,47	105,24	80,09
2011	3878	3969	1401	35	30	14	110,80	132,30	100,07
Durchschnitt							104,08	101,81	80,71

Anmerkung: Angegebene Flugzeiten in Minuten

B: Flugeinsätze und Vorfälle

Flugeinsätze und Vorfälle Cessna 150, Jahr 2010:

Nr.	Datum	Flugzeit	Kumulierte Flugzeit	Vorfall
1	14.05.	164	164	Defekter AgJ-Rohrleitungsanschluss (innen bei AgJ-Vorratsbehälter)
2	25.05.	131	295	
3	27.05.	47	342	* Düse links verstopft, Düse rechts verstopft (kleine Flamme)
4	30.05.	53	395	
5	30.05.	103	498	
6	07.06.	184	682	Druckregler defekt
7	13.06.	47	729	
8	13.06.	76	805	
9	14.06.	71	876	
10	18.06.	132	1008	
11	30.06.	112	1120	
12	01.07.	37	1157	Düse links verstopft
13	02.07.	126	1283	
14	03.07.	121	1404	* Düse rechts verstopft (nur ein Brenner)
15	04.07.	74	1478	Dichtring AgJ-Einfüllung undicht
16	05.07.	61	1539	
17	06.07.	42	1581	* Zündelektrode rechts locker (nur ein Brenner)
18	13.07.	112	1693	
19	13.07.	112	1805	
20	15.07.	115	1920	Düse links verstopft
21	17.07.	74	1994	
22	23.07.	87	2081	
23	23.07.	112	2193	
24	29.07.	40	2233	Düse rechts verstopft
25	03.08.	134	2367	
26	03.08.	129	2496	
27	08.08.	125	2621	Düse links verstopft
28	10.08.	122	2743	
29	13.08.	177	2920	
30	13.08.	133	3053	Zündelektrode links verschlissen
31	14.08.	111	3164	
32	24.08.	85	3249	
33	27.08.	154	3403	* Düse links verstopft, AgJ-Rohrleitung links verstopft (nur ein Brenner), Düse rechts verstopft
34	13.09.	115	3518	

Anmerkungen: Flugzeiten in Minuten. Unterscheidung der Vorfälle in "Vorfall während Betrieb" (*) und "Vorfall vor Betrieb".

Flugeinsätze und Vorfälle Cessna 150, Jahr 2011:

Nr.	Datum	Flugzeit	Kumulierte Flugzeit	Vorfall
1	01.05.	124	124	* Luftklappe rechts verstellt (nur ein Brenner)
2	03.05.	103	227	* Düse rechts verstopft, Düse links verstopft (kleine Flamme)
3	20.05.	162	389	
4	21.05.	167	556	Düse links verstopft
5	23.05.	181	737	
6	27.05.	80	817	
7	01.06.	107	924	* Düse links verstopft (nur ein Brenner)
8	02.06.	44	968	
9	03.06.	170	1138	
10	03.06.	50	1188	Zünderlektrode rechts locker
11	04.06.	115	1303	
12	04.06.	177	1480	* Düse rechts verstopft (kleine Flamme)
13	05.06.	132	1612	* Düse links verstopft, AgJ-Rohrleitung links verstopft (nur ein Brenner)
14	07.06.	133	1745	
15	08.06.	61	1806	
16	12.06.	80	1886	
17	13.06.	83	1969	Dichtring AgJ-Einfüllung undicht
18	23.06.	176	2145	
19	02.07.	76	2221	
20	05.07.	156	2377	* Düse rechts verstopft (kleine Flamme)
21	05.07.	35	2412	
22	11.07.	83	2495	
23	11.07.	94	2589	
24	11.07.	74	2663	Düse links verstopft, Brenner zu verschmutzt
25	14.07.	185	2848	
26	18.07.	85	2933	Zündstecker rechts locker
27	15.08.	164	3097	
28	19.08.	117	3214	
29	27.08.	100	3314	
30	27.08.	37	3351	Dichtung Stickstoffflasche undicht
31	01.09.	140	3491	
32	02.09.	90	3581	
33	05.09.	64	3645	* AgJ-Rohrleitung links verstopft (nur ein Brenner)
34	12.09.	125	3770	* AgJ-Rohrleitung links verstopft (nur ein Brenner – <i>big flame</i>)
35	14.09.	108	3878	* AgJ-Rohrleitung links verstopft (nur ein Brenner)

Anmerkungen: Flugzeiten in Minuten. Unterscheidung der Vorfälle in "Vorfall während Betrieb" (*) und "Vorfall vor Betrieb".

Flugeinsätze und Vorfälle Cessna 182, Jahr 2010:

Nr.	Datum	Flugzeit	Kumulierte Flugzeit	Vorfall
1	14.05.	177	177	
2	23.05.	53	230	
3	25.05.	61	291	* AgJ-Rohrleitung links verstopft (neu), Düse rechts, links verstopft (kleine Flamme)
4	27.05.	131	422	
5	30.05.	96	518	
6	30.05.	98	616	
7	07.06.	147	763	
8	13.06.	116	879	* Zündelektrode links locker (nur ein Brenner)
9	18.06.	95	974	
10	30.06.	117	1091	Düse links verstopft
11	01.07.	29	1120	
12	02.07.	47	1167	
13	03.07.	123	1290	Zündelektrode links locker, Zündelektrode rechts locker
14	04.07.	78	1368	
15	04.07.	26	1394	Dichtring AgJ-Einfüllung undicht, Düse rechts verstopft
16	05.07.	47	1441	
17	12.07.	85	1526	
18	13.07.	120	1646	
19	15.07.	139	1785	Dichtring Stickstoffflasche undicht
20	17.07.	68	1853	
21	23.07.	179	2032	
22	29.07.	25	2057	
23	03.08.	207	2264	
24	03.08.	81	2345	* Düse links verstopft (nur ein Brenner)
25	06.08.	246	2591	
26	08.08.	102	2693	
27	10.08.	74	2767	Düse rechts verstopft
28	13.08.	181	2948	Zündstecker rechts locker
29	13.08.	124	3072	
30	27.08.	73	3145	
31	27.08.	142	3287	* Düse links verstopft (nur ein Brenner)
32	28.08.	52	3339	
33	28.08.	60	3399	
34	13.09.	179	3578	

Anmerkungen: Flugzeiten in Minuten. Unterscheidung der Vorfälle in "Vorfall während Betrieb" (*) und "Vorfall vor Betrieb".

Flugeinsätze und Vorfälle Cessna 182, Jahr 2011:

Nr.	Datum	Flugzeit	Kumulierte Flugzeit	Vorfall
1	01.05.	104	104	Zündstecker links locker
2	03.05.	86	190	
3	20.05.	142	332	
4	21.05.	218	550	
5	23.05.	183	733	
6	24.05.	147	880	
7	31.05.	87	967	
8	01.06.	85	1052	Düse rechts verstopft
9	03.06.	210	1262	
10	04.06.	224	1486	Zündelektrode rechts locker
11	05.06.	200	1686	
12	07.06.	137	1823	
13	12.06.	58	1881	* Düse links verstopft (kleine Flamme)
14	13.06.	37	1918	
15	14.06.	49	1967	Düse rechts verstopft
16	23.06.	279	2246	
17	30.06.	173	2419	
18	02.07.	138	2507	
19	05.07.	53	2610	* Zündkabel links defekt (nur ein Brenner)
20	11.07.	165	2775	
21	14.07.	275	3050	
22	14.07.	87	3137	
23	15.08.	171	3308	
24	19.08.	103	3411	
25	27.08.	37	3448	* Zündkabel links defekt (nur ein Brenner)
26	31.08.	70	3518	Zündstecker rechts locker
27	01.09.	127	3645	
28	02.09.	118	3763	Düse rechts verstopft, Düse links verstopft
29	12.09.	82	3845	* Zündung links defekt (nur ein Brenner)
30	14.09.	124	3969	* Zündung links defekt (nur ein Brenner)

Anmerkungen: Flugzeiten in Minuten. Unterscheidung der Vorfälle in "Vorfall während Betrieb" (*) und "Vorfall vor Betrieb".

Flugeinsätze und Vorfälle Partenavia P68B, Jahr 2010:

Nr.	Datum	Flugzeit	Kumulierte Flugzeit	Vorfall
1	04.07.	78	78	Dichtring AgJ-Einfüllung undicht
2	13.07.	29	107	
3	13.07.	41	148	* Elektrisches AgJ-Ventil links verstopft (Brenner geht nicht aus), Düse links, rechts verstopft (kleine Flamme)
4	15.07.	61	209	
5	17.07.	62	271	* Dichtung Stickstoffflasche undicht (komplette Entleerung der Stickstoffflasche)
6	23.07.	40	311	* Düse rechts verstopft (nur ein Brenner)
7	03.08.	76	387	
8	03.08.	97	484	* Elektrisches AgJ-Ventil rechts verstopft (Brenner geht nicht aus)
9	13.08.	94	578	
10	13.08.	164	742	* Elektrisches AgJ-Ventil links verstopft (Brenner geht nicht aus)
11	27.08.	139	881	* Zündelektrode rechts locker (nur ein Brenner)

Anmerkungen: Flugzeiten in Minuten. Unterscheidung der Vorfälle in "Vorfall während Betrieb" (*) und "Vorfall vor Betrieb".

Flugeinsätze und Vorfälle Partenavia P68B, Jahr 2011:

Nr.	Datum	Flugzeit	Kumulierte Flugzeit	Vorfall
1	21.05.	128	128	
2	23.05.	62	190	* Zündelektrode rechts locker (nur ein Brenner)
3	31.05.	52	242	Dichtung Stickstoffflasche undicht
4	03.06.	35	277	* Düse links verstopft (nur ein Brenner)
5	03.06.	111	388	
6	04.06.	120	508	* Düse rechts verstopft, elektrisches AgJ-Ventil rechts verstopft (Not Aus)
7	05.06.	89	597	* Dichtring AgJ-Einfüllung undicht (Druckabfall, kleine Flamme)
8	07.06.	120	717	
9	14.06.	48	765	
10	23.06.	144	909	* Zündelektrode links locker (nur ein Brenner)
11	11.07.	30	939	
12	14.07.	263	1202	
13	15.08.	116	1318	* Düse links verstopft (nur ein Brenner)
14	19.08.	83	1401	* Düse rechts verstopft, elektrisches AgJ-Ventil rechts verstopft (Not Aus)

Anmerkungen: Flugzeiten in Minuten. Unterscheidung der Vorfälle in "Vorfall während Betrieb" (*) und "Vorfall vor Betrieb".

C: Konformitätsdiagramme

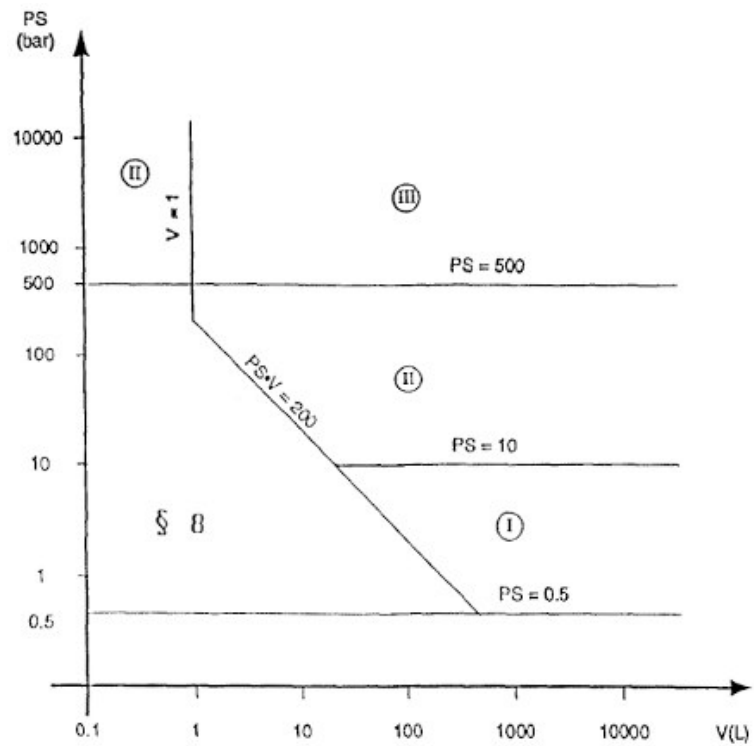
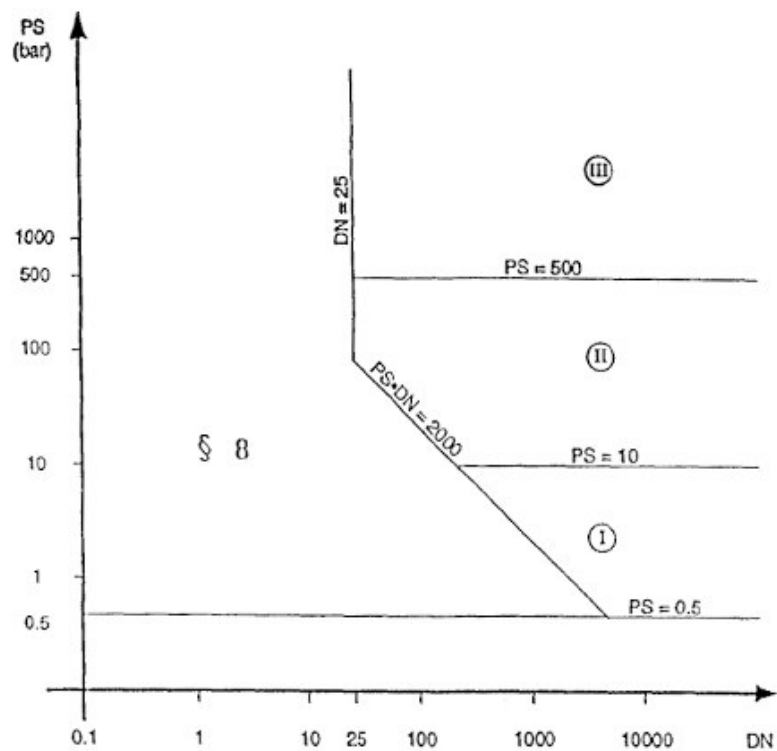
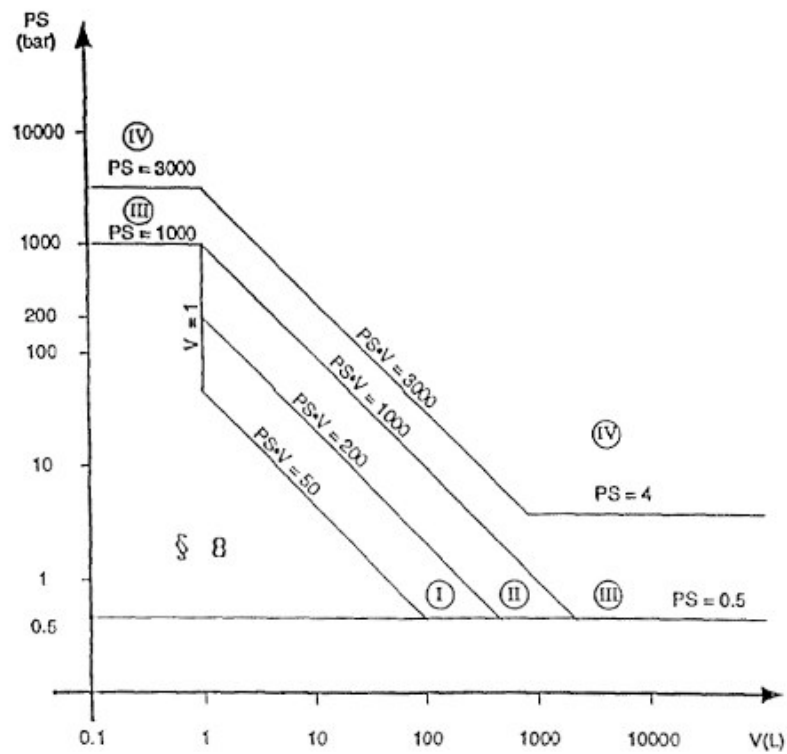
Diagramm 3 der DGVO (für AGJ-Vorratsbehälter):Diagramm 8 der DGVO (für AGJ-Rohrleitungen):

Diagramm 2 der DGVO (für Stickstoffflaschen und Druckregler):



D: IHP Cessna 150, Cessna 182, Partenavia P68B

Instandhaltungsprogramm der Anlage für Hagelabwehrflüge

AGJ-Anlage für Cessna Modell F-150 L

(LFZ-Serialnummer: F 15000905)

Verfasst von Schönberg Karl (2012)

I Übersicht der Revisionen

IHP 02

Revision Nummer	Revision Datum	Kurze Beschreibung	Seite	Bestätigung Hersteller

II Übersicht der gültigen Seiten

IHP 03

Kapitel	Seite	Revisionsnummer	Datum
0	1	0	März 2012
I	2	0	März 2012
II	3	0	März 2012
III	4	0	März 2012
1	5	0	März 2012
2	6	0	März 2012
3	7	0	März 2012
3	8	0	März 2012
4	9	0	März 2012
5	10	0	März 2012
5	11	0	März 2012
5	12	0	März 2012
5	13	0	März 2012
5	14	0	März 2012
5	15	0	März 2012
5	16	0	März 2012
5	17	0	März 2012
5	18	0	März 2012
5	19	0	März 2012
5	20	0	März 2012
5	21	0	März 2012
5	22	0	März 2012
5	23	0	März 2012
5	24	0	März 2012
5	25	0	März 2012
5	26	0	März 2012
5	27	0	März 2012
5	28	0	März 2012
5	29	0	März 2012
5	30	0	März 2012
5	31	0	März 2012
6/7/8	32	0	März 2012
9/10/11	33	0	März 2012
12	34	0	März 2012

Genehmigung

Datum/Bestätigung der Behörde

III Inhaltsverzeichnis

IHP 04

I Übersicht der Revisionen

II Übersicht der gültigen Seiten

III Inhaltsverzeichnis

1 Skizze der AGJ-Anlage mit Benennung der Bestandteile

2 Systembeschreibung der AGJ-Anlage

3 Hinweisschilder

4 Verantwortlichkeit

4.1 LFZ Halter/Eigentümer

4.2 Personen welche die IH der AGJ-Anlage ausführen

5 IFCA

5.1 IHP Ablaufplan

5.2 Beschreibung des IHP Ablaufplans

5.3 Checklisten

5.4 Gesetzliche Vorschriften für Druckbehälter

5.5 Vorfallskarte

6 Dokumentation des IHP

7 Meldesystem bei CAMO

8 Überwachung

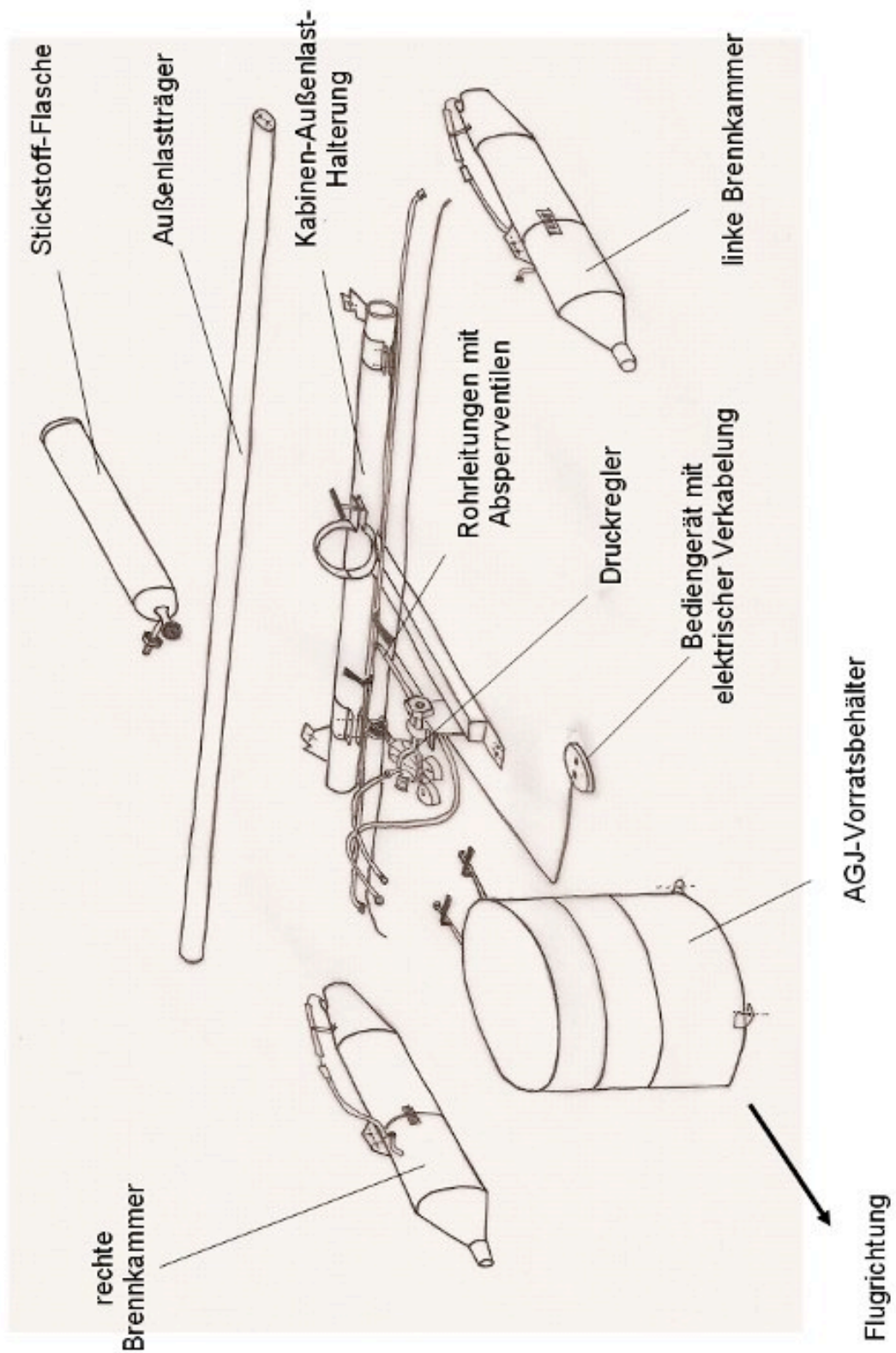
9 Qualitymonitoring

10 Vorgehen bei Revisionen

11 Berechtigtes IH Personal

12 Abkürzungsverzeichnis

1 Skizze der AGJ-Anlage mit Benennung der Bestandteile IHP 05



2 Systembeschreibung der AGJ-Anlage

IHP 06

Aus dem Vorratsbehälter wird mittels Stickstoffdruck aus einer 200 bar Stickstoffflasche mit Druckregler das Aceton/Silberjodidgemisch über Chrom/Nickelrohre und Kugelventile in die Brennkammern gefördert.

Die Zündfunktenegeber Prüfrex EPZ 12/4 befinden sich im Vorderteil der Brenner.

Die Stromversorgung der Zündanlage erfolgt über einen 5 Ampere Circuit Breaker am Instrumentenbrett.

Am Bedienpanel am Instrumentenbrett befindet sich der AGJ-Hauptschalter, der die Stromversorgung zu den Zünddruckknöpfen links und rechts herstellt.

Die Zündung erfolgt über die Zünddruckknöpfe links und rechts, die den Primärstrom zum jeweiligen Zündfunktenegeber leiten.

Die Regelung des Zuflusses des AGJ-Gemisches erfolgt durch Einstellung des Stickstoffdruckes an der Niederdruckseite bis zu einem maximal zulässigen Druck von 1,5 bar.

Die Regelung der Luftzufuhr erfolgt durch Fixeinstellung der Luftklappe an der Lufteintrittsöffnung an der Brennervorderseite.

3 Hinweisschilder

IHP 07

Im vollen Sichtbereich des auf dem Pilotensitz befindlichen Piloten:

Dieses Flugzeug darf nur in Übereinstimmung mit den Betriebsgrenzen, die in Form von Hinweisschildern, Instrumentenmarkierungen, dem Cessna F-150 L Owners Manual und dem von Austro Control anerkannten Anhang zum Cessna F-150 L Owners Manual für Hagelabwehrflüge festgelegt sind, betrieben werden.

Kunstflug einschließlich Trudeln ist nicht zulässig.

Fluglastvielfache: Landeklappen eingefahren: positiv 4,4 negativ: 1,76

Landeklappen ausgefahren: positiv 3,5

Bemessungs-Höchstfluggewicht: 1600 lbs

Bemessungs-Manövergeschwindigkeit: 109 MPH CAS

Beladung und Schwerpunkt entsprechend Cessna Model F-150 L Owners Manual (Section IV) und Abschnitt 6. des Anhanges für Hagelabwehrflüge.

Achtung: Starten und Laufenlassen des Triebwerks und/oder Betätigung der AGJ-Zündanlage bei offenem AGJ-Behälter ist nicht zulässig, Brenner nur im Fluge verwenden. Nicht mit brennender Flamme landen.

An der Stromkreissicherung für die AGJ-Anlage:

AGJ-Anlage, 5A

Am elektrischen Bediengerät für die AGJ-Anlage:

AGJ-Hauptschalter AUS/EIN

AGJ-Brenner

Zündung links

Zündung rechts

drücken EIN

drücken EIN

An der Einfüllöffnung des AGJ-Behälters:

AGJ-Gemisch, Max. 40 Liter

An den Ventilen am AGJ-Behälter:

AGJ-Brenner AUF/ZU

Stickstoff AUF/ZU

Am Stickstoffdruckregler der Druckflasche:

Stickstoff AUF/ZU

Stickstoffbetriebsdruck maximal 1,5 bar

Roter Radialstrich am Niederdruckmanometer: **2,0 bar**

4 Verantwortlichkeit

IHP 09

4.1 LFZ Halter/Eigentümer

“Der Eigentümer ist für die Aufrechterhaltung der Lufttüchtigkeit des LFZ verantwortlich, und er muss sicherstellen, dass Flüge nur stattfinden wenn:

1. sich das LFZ in einem lufttüchtigen Zustand befindet, und
2. Betriebs- und Notausrüstung korrekt eingebaut und betriebsbereit sind oder deutlich als nicht betriebsbereit gekennzeichnet sind, und
3. das Lufttüchtigkeitszeugnis seine Gültigkeit behält, und
4. die Instandhaltung des LFZ in Übereinstimmung mit dem genehmigten Instandhaltungsverfahren durchgeführt wird“ (Part M)

Diese Verantwortlichkeit der Aufrechterhaltung der Lufttüchtigkeit kann falls erforderlich mit vertraglicher Verpflichtung einem Unternehmen (CAMO) übergeben werden. Eine CAMO ist erforderlich, wenn das LFZ gewerblich betrieben wird.

Für den Halter gilt eine Meldepflicht von Vorfällen, welche die Sicherheit gefährden, gegenüber der Behörde (Occurrence Reporting) und gegebenenfalls gegenüber der CAMO.

4.2 Personen, welche die IH der AGJ-Anlage ausführen

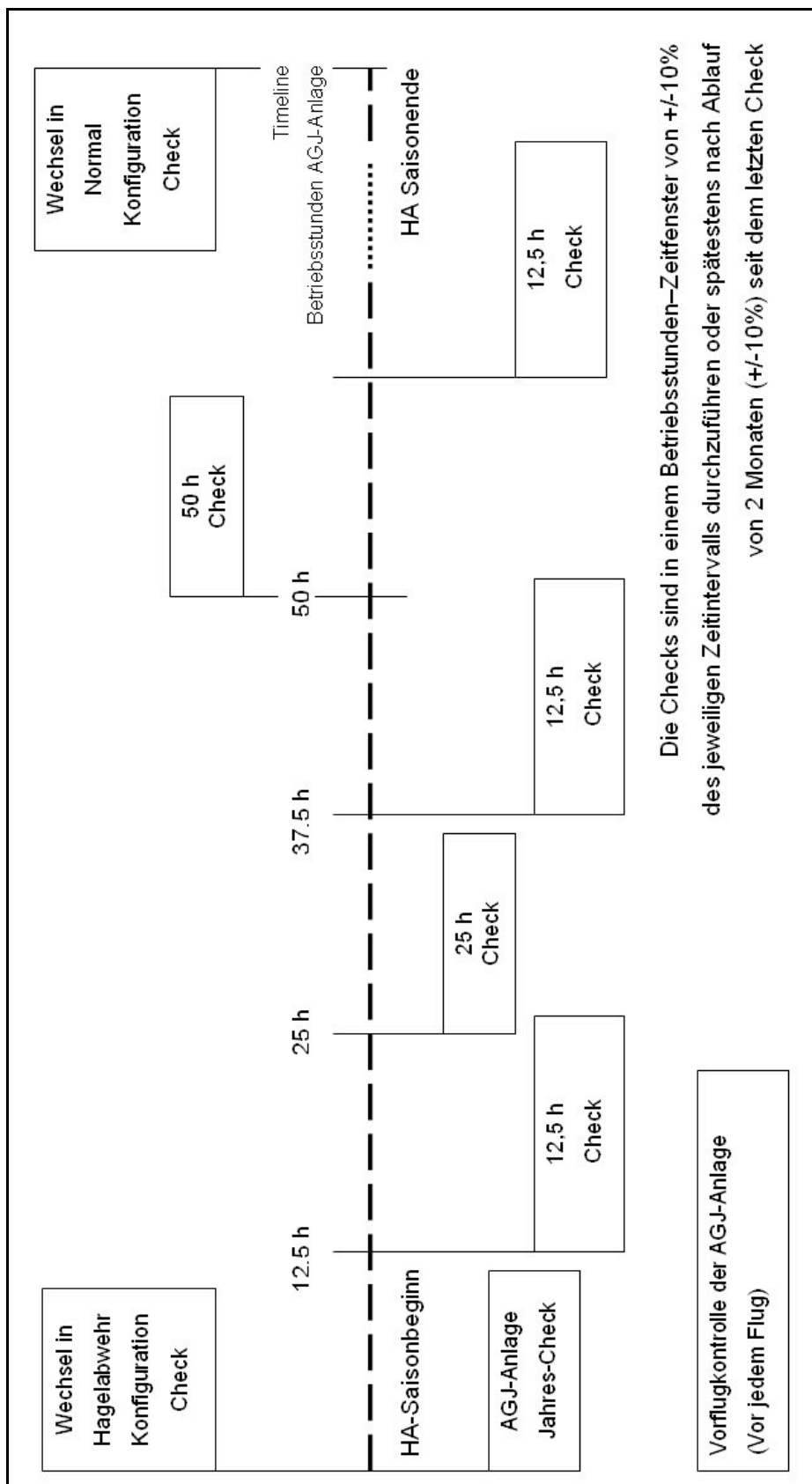
Die IH der AGJ-Anlage darf ausschließlich vom Hersteller bzw. von Personen durchgeführt werden, die entsprechend vom Hersteller oder von berechtigtem IH Personal eingeschult wurden (Berechtigungsnachweis vom Hersteller). Berechtigte Personen, die eine IH durchführen, sind für die gewissenhafte Ausführung der Tätigkeiten des genehmigten IHP verantwortlich. Berechtigte Personen haben die ausgeführten Tätigkeiten, gemäß den im IHP festgelegten Checklisten, mit ihrer Unterschrift zu bestätigen.

Der Ein- und Ausbau der AGJ-Anlage ist von einem Luftfahrzeugwart (Allgemeine Luftfahrt) zu kontrollieren und im Bordbuch zu bestätigen.

5 IFCA

IHP 10

5.1 IHP Ablaufplan



5.2 Beschreibung des IHP Ablaufplans

IHP 11

Der Jahres-Check der AGJ-Anlage ist jährlich durchzuführen und sollte vorzugsweise vor Beginn der HA-Saison stattfinden.

Die Zeitintervalle zwischen den jeweiligen Kontrollen beziehen sich auf die Betriebsstunden der AGJ-Anlage. Die Kontrollen sind in einem Betriebsstunden-Zeitfenster von +/-10% des jeweiligen Zeitintervalls durchzuführen.

Vergeht, ab Durchführung eines Checks, ein Zeitraum von 2 Monaten (+/- 10%), so ist der jeweils folgende Check auf alle Fälle durchzuführen, auch wenn die Betriebsstunden im Betriebsstunden-Zeitfenster von +/-10% des jeweiligen Zeitintervalls noch nicht erreicht wurden. So ist beispielsweise ein 12,5 h Check durchzuführen, wenn 12,5 h (+/-10%) Betriebsstunden erreicht wurden, oder 2 Monate (+/-10%) seit dem letzten Check verstrichen sind.

5.3 Checklisten

- A. AGJ-Anlage Jahres-Check
- B. Wechsel in Hagelabwehr Konfiguration Check
- C. AGJ-Anlage Einbau
- D. AGJ-Anlage Funktionskontrolle am Boden
- E. AGJ-Anlage Vorflugkontrolle*
- F. 12,5 h Check
- G. 25 h Check
- H. 50 h Check
- I. Wechsel in Normal Konfiguration Check
- J. AGJ-Anlage Ausbau
- K. AGJ-Anlage Konservierung und Lagerung

* gehört nicht zum IHP

A. Checkliste: AGJ-Anlage Jahres-Check

Seite 1 von 2

IHP 12

Gemäß dem genehmigten AFM-Supplement und der zusätzlichen Herstelleranweisung

Nr.	Task	Sign
01	Brennkammern vollständig zerlegen und alle Teile auf Abnutzung und sonstige Schäden prüfen	
02	Halterung der Brennkammer zur Befestigung am Außenlastträger auf Anrisse und sonstige Schäden untersuchen (Sichtprüfung)	
03	Halterung des Zündfunktenegebers kontrollieren	
04	Halterung für die Zündelectroden auf Schäden kontrollieren	
05	Zündelectroden auf Schäden kontrollieren (Risse in Keramikisolierung bzw. Länge der Electroden spitze)	
06	Verbindung Zündschuh mit Zündelectrode kontrollieren	
07	Einspritzdüse auf Schäden kontrollieren	
08	Außenlastträger auf Risse oder sonstige Schäden kontrollieren (Sichtprüfung)	
09	Kabinenaußenlasthalterung auf Anrisse und sonstige Schäden prüfen (Sichtprüfung)	
10	Halterung für die Stickstoffflasche prüfen	
11	Halterung für den Druckregler kontrollieren und Druckregler auf festen Sitz prüfen	
12	Neuen Dichtring in Druckregler einlegen	

Anmerkung: Alle Überprüfungen auf Risse sind mittels Sichtprüfung durchzuführen. Falls erforderlich kann eine Farbeindringprüfung durchgeführt werden.

Nr.	Task	Sign
13	Alle Rohrleitungen (Stickstoffzufuhr, AGJ-Zufuhr) und Rohrleitungsanschlüsse auf Beschädigungen überprüfen	
14	Alle Absperrventile auf Korrosion und Gängigkeit prüfen	
15	Befestigungselemente des AGJ-Vorratsbehälters auf Beschädigung und Anrisse prüfen (Sichtprüfung)	
16	Verschweißungen der Stickstoffrohrleitung und der AGJ-Rohrleitung am AGJ-Vorratsbehälter auf Risse untersuchen (Sichtprüfung)	
17	AGJ-Vorratsbehälter innen und außen auf Korrosion und Risse prüfen (Sichtprüfung)	
18	Dichtring des inneren AGJ-Vorratsbehälterdeckels erneuern	
19	Prüfen der elektrischen Verkabelung und Kabelverbindungen für die Stromversorgung der Zündfunkengeber auf Beschädigung	
20	Stickstoffdruckflasche: Überprüfung nach gesetzlicher Vorschrift für Druckbehälter	
21	Druckregler: Überprüfung nach gesetzlicher Vorschrift für Druckgeräte	

Anmerkung: Alle Überprüfungen auf Risse sind mittels Sichtprüfung durchzuführen. Falls erforderlich kann eine Farbeindringprüfung durchgeführt werden.

Datum	Name	Unterschrift
Bemerkungen		

B. Checkliste: Wechsel in Hagelabwehr Konfiguration Check

IHP 14

Nr.	Task	Sign
01	AGJ-Anlage Jahres-Check (Checkliste A) von berechtigter IH Person durchgeführt	
02	AGJ-Anlage Einbau (Checkliste C)	
03	<u>Luftfahrzeugpapiere tauschen:</u> • RcofA	
	• Gewichts- und Schwerpunktangabe mit AGJ - Anlage	
04	Kontrolle des AGJ-Anlagen-Einbau durch einen Luftfahrzeugwart (Allgemeine Luftfahrt) und Bestätigung des Einbau im Bordbuch durch den Luftfahrzeugwart	
05	Durchführung eines Hagelabwehranlagen-Checkflugs von einem Hagelabwehrpiloten, zur Überprüfung der AGJ-Anlage im Flug	
06	Gegebenenfalls Verständigung der CAMO und Übermittlung folgender dokumentierter Checklisten: Checkliste B, Checkliste C	

Datum	Name	Unterschrift
Bemerkungen		

C. Checkliste: AGJ-Anlage Einbau

Seite 1 von 3

IHP 15

Nr.	Task	Sign
01	Ausbau rechter Pilotensitz	
02	Vorhandenen Teppich im Gepäckraum entfernen	
03	Abdeckungen der Öffnungen in der Rumpfseitenwand des Luftfahrzeuges für den Außenlastträger entfernen	
04	Die zwei Bolzen der innen liegenden Bauchgurtbefestigung lösen	
05	<u>Einbau der Kabinen-Außenlasthalterung:</u> <ul style="list-style-type: none"> • hinten seitlich an den im Gepäckraum vorhandenen Verzurrungspunkten mit den zwei dafür vorgesehenen Schrauben befestigen 	
	<ul style="list-style-type: none"> • vorne unter der mittleren Bauchgurtbefestigung mit den Gurtbolzen befestigen 	

Anmerkung: Die Bauchgurthalterung wird bei dem Einbau der Kabinen-Außenlasthalterung mitfixiert!
(Savety equipment – besondere Überprüfung durch LFZ Wart)

06	Die AGJ-Zufuhr-Rohrleitungen zu den Brennkammern und die Stromversorgungsverkabelung für die Zündfunktenegeber in den Brennkammern durch die Öffnungen in der Rumpfseitenwand nach außen verlegen	
07	Den Fixierbolzen der Kabinen-Außenlasthalterung für den Außenlastträger entfernen und die vorhandenen Schrauben für den Außenlastträger öffnen	
08	Außenlastträger von links durch den Rumpf und durch die Kabinen-Außenlasthalterung in die richtige Position einführen	
09	Außenlastträger mit dem zuvor entfernten Fixierbolzen fixieren und mit den dafür vorgesehenen Befestigungsschrauben an der Kabinen-Außenlasthalterung befestigen	

Nr.	Task	Sign
10	AGJ-Rohrleitungen Verbindungen fixieren	
11	Brennkammern links und rechts am Außenlastträger in der entsprechenden Richtung mit den dafür vorgesehenen Stahlschrauben befestigen und sichern	
12	AGJ-Rohrleitungen und Stromversorgung an den Brennkammern anschließen	
13	Kontrolle der Lufteinlassklappen im vorderen Teil der Brennkammern auf richtige Lage	
14	AGJ-Vorratsbehälter mit vier entsprechend der Sitzbefestigung angefertigten Befestigungsglaschen auf den Sitzschienen des rechten Pilotensitzes montieren	
15	AGJ-Überlaufrohrleitung zwischen den AGJ-Vorratsbehälter und der dafür vorgesehenen Öffnung im Luftfahrzeugboden montieren	
16	Einbau des Sitzsicherungsmechanismus des rechten Pilotensitzes	
17	Rechter Bauchgurt um AGJ-Vorratsbehälter verlegen und schließen	
18	AGJ-Rohrleitung und Stickstoff-Rohrleitung an den dafür vorgesehenen Ventilen des AGJ-Vorratsbehälter anschließen	
19	Stickstoffflasche in der entsprechenden Vorrichtung der Kabinen-Außenlasthalterung montieren und mit dem, in der Kabinen-Außenlasthalterung fixierten Druckregler, verbinden	
20	5 A Circuit Breaker für die AGJ-Anlage einsetzen	

C. Checkliste: AGJ-Anlage Einbau

Seite 3 von 3

IHP 17

Nr.	Task	Sign
21	Verlauf der elektrischen Verkabelung für die Stromversorgung der AGJ-Zündung mit Isolierband am Außenlastträger fixieren	
22	Durchlässe zwischen Rumpfseitenwand und Außenlastträgerrohr mit dauerelastischem Kitt abdichten	
23	AGJ-Vorratsbehälter mit AGJ füllen	
24	Überprüfung aller Rohrleitungsanschlüsse auf festen Sitz	
25	Beschriftung der Bedienelemente auf Vorhandensein und Lesbarkeit prüfen (Kapitel 3)	
26	AGJ-Anlage Funktionskontrolle am Boden (Checkliste D)	

Datum	Name	Unterschrift
Bemerkungen		

D. Checkliste: AGJ-Anlage Funktionskontrolle am Boden

IHP 18

Nr.	Task	Sign
01	Funktion der Zündanlage bei geschlossenem AGJ-Zufuhrventil prüfen (Brenner am Boden nicht in Betrieb nehmen)	
02	Dichtheitsprüfung: Die Dichtheit des AGJ-Bereiches durch Füllen des AGJ-Vorratsbehälters und Aufbringen eines Druckes von 2,0 bar prüfen. Nach Schließen der Ventile darf der maximale Druckabfall 0,1 bar in 2 Minuten am Niederdruckmanometer betragen.	
03	Sprühtest (bei ausgeschalteter Zündanlage): Ein kurzes Öffnen der AGJ-Brennerzufuhrventile des gefüllten, unter Druck stehenden AGJ-Vorratsbehälters, führt zu einem Sprühnebel der AGJ-Lösung hinter den Brennkammern.	

Datum	Name	Unterschrift
Bemerkungen		

E. Checkliste: AGJ-Anlage Vorflugkontrolle*

IHP 19

Nr.	Task	Sign
01	Sitz der Brennkammern auf dem Außenlastträger auf festen Sitz kontrollieren	
02	Schraubenmarkierungen und Sicherungsdrähte der Schrauben der Brennkammern–Befestigung überprüfen	
03	Zünder Elektroden auf festen Sitz und richtigen Elektrodenabstand kontrollieren	
04	Verbindung der Zündverkabelung mit der Zünder Elektrode kontrollieren	
05	AGJ-Anlage Funktionskontrolle am Boden (Checkliste D)	

*gehört nicht zum IHP

Datum	Name	Unterschrift
Bemerkungen		

F. Checkliste: 12,5 h Check

IHP 20

Nr.	Task	Sign
01	Hintere Brennkammerhülle der jeweiligen Brennkammer abnehmen und verschmutzte Teile reinigen	
02	Einspritzdüse der jeweiligen Brennkammer ausbauen und reinigen	
03	AGJ-Ablagerungen in den Düsenanschlüssen entfernen	
04	Zusammenbau der Brennkammer-Komponenten	
05	AGJ-Anlage Vorflugkontrolle (Checkliste E)	

Datum	Name	Unterschrift
Bemerkungen		

G. Checkliste: 25 h Check

IHP 21

Nr.	Task	Sign
01	Hintere Brennkammerhülle der jeweiligen Brennkammer abnehmen und verschmutzte Teile reinigen	
02	Einspritzdüse der jeweiligen Brennkammer ausbauen und reinigen	
03	AGJ–Ablagerungen in den Düsenanschlüssen entfernen	
04	Zusammenbau der Brennkammer-Komponenten	
05	Zündelektrodenhalterung auf Risse prüfen (Sichtprüfung)	
06	<u>Folgende Komponenten auf festen Sitz kontrollieren:</u>	
	• Rohrleitungsanschlüsse der AGJ–Anlage	
	• Kabinen–Außenlasthalterung	
	• Stickstoffflaschen(–Halterung)	
	• Druckregler(–Halterung)	
	• Außenlastträger	
• AGJ–Vorratsbehälter		
07	AGJ-Anlage Vorflugkontrolle (Checkliste E)	

Datum	Name	Unterschrift
Bemerkungen		

Nr.	Task	Sign
01	Hintere und vordere Brennkammerhülle der jeweiligen Brennkammer abnehmen und verschmutzte Teile reinigen	
02	Einspritzdüse der jeweiligen Brennkammer ausbauen und reinigen	
03	AGJ–Ablagerungen in den Düsenanschlüssen entfernen und Einspritzdüsen einbauen	
04	Elektrische Anschlüsse des Zündfunktengabers der jeweiligen Brennkammer mit Kontaktspray reinigen	
05	Zusammenbau der jeweiligen Brennkammer-Komponenten	
06	Zündelektrodenhalterung auf Risse prüfen (Sichtprüfung)	
07	Zündelektroden spitze auf Abnutzung prüfen	
08	Elektrische Anschlüsse des Bediengerätes mit Kontaktspray reinigen	
09	Sichtkontrolle der elektrischen Verkabelung und der Rohrleitungen im Bereich der Öffnungen in der Rumpfsseitenwand	
10	Haltehalterung der jeweiligen Brennkammer am Außenlastträger auf Anrisse und sonstige Schäden untersuchen (Sichtkontrolle)	
11	Die Befestigungen des AGJ–Vorratsbehälters sind auf Risse und sonstige Schäden zu kontrollieren (Sichtkontrolle)	
12	Nachspannen des um den AGJ–Vorratsbehälter verlegten Gurts (Bauchgurt rechter Pilotensitz)	
13	Die Befestigung der Stickstoffflasche auf Risse prüfen (Sichtprüfung)	

Nr.	Task	Sign
14	<u>Folgende Komponenten auf festen Sitz kontrollieren:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Rohrleitungsanschlüsse der AGJ-Anlage • Kabinen-Außenlasthalterung • Stickstoffflaschen(-Halterung) • Druckregler(-Halterung) • Außenlastträger • AGJ-Vorratsbehälter 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
15	AGJ-Anlage Vorflugkontrolle (Checkliste E)	<input type="checkbox"/>

Datum	Name	Unterschrift
Bemerkungen		

I. Checkliste: Wechsel in Normal Konfiguration Check

IHP 24

Nr.	Task	Sign
01	AGJ-Anlage Ausbau (Checkliste J)	
02	<u>Luftfahrzeugpapiere tauschen:</u>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="272 589 368 622">• CofA <li data-bbox="272 719 1070 752">• Gewichts- und Schwerpunktangabe ohne AGJ-Anlage 	
03	Überprüfung der Versicherung für 2 Personen an Bord	
04	Kontrolle des AGJ-Anlagen-Ausbau durch einen Luftfahrzeugwart (Allgemeine Luftfahrt) und Bestätigung des Ausbau im Bordbuch durch den Luftfahrzeugwart	
05	Gegebenenfalls Verständigung der CAMO und Übermittlung folgender dokumentierter Checklisten: Checkliste I, Checkliste J	

Datum	Name	Unterschrift
Bemerkungen		

Nr.	Task	Sign
01	AGJ-Rohrleitungsanschluss und elektrischer Anschluss von der rechten Brennkammer lösen	
02	Rechte Brennkammer von Außenlastträger abbauen	
03	AGJ-Vorratsbehälter über die AGJ-Rohrleitung der rechten Brennkammer in einen dafür vorgesehenen Behälter entleeren	
04	Lösen der Verbindung der AGJ- und der Stickstoff Rohrleitung von den Ventilen am AGJ-Vorratsbehälter. Achtung! Möglicher Austritt von AGJ aus der AGJ Rohrleitung! AGJ Kontakt mit Luftfahrzeug verhindern!	
05	Ausbau der Überlaufrohrleitung zwischen AGJ-Vorratsbehälter und Luftfahrzeugboden	
06	Ausbau des AGJ-Vorratsbehälter	
07	Befestigungselemente des AGJ-Vorratsbehälter aus den Sitzschienen entfernen	
08	AGJ-Rohrleitungsanschluss und elektrischen Anschluss von der linken Brennkammer lösen	
09	Linke Brennkammer vom Außenlastträger abbauen	
10	Stickstoffflasche ausbauen	
11	Fixierbolzen zwischen Außenlastträger und Kabinen-Außenlasthalterung entfernen und die Befestigungsschrauben für den Außenlastträger öffnen	
12	Dauerelastischen Kitt zwischen Rumpfseitenwand und Außenlastträger entfernen	

Nr.	Task	Sign
13	Außenlastträger nach links durch die Kabinen–Außenlasthalterung und den Luftfahrzeugrumpf herausziehen	
14	Ausbau der AGJ–Rohrleitungen durch Lösen der Verbindungen. Achtung! Möglicher Austritt von AGJ aus der AGJ Rohrleitung! AGJ Kontakt mit Luftfahrzeug verhindern!	
15	Ausbau der Kabinen–Außenlasthalterung durch Lösen der Befestigungsschrauben hinten seitlich an den Verzurrungspunkten und vorne durch Öffnen der mittleren Bauchgurtbefestigung	
16	Mittlere Bauchgurthalterung wieder fixieren	

Anmerkung: Savety equipment – besondere Überprüfung durch LFZ Wart

17	Elektrische Verkabelung für die Stromversorgung der Brennkammern abisolieren, zusammenrollen und in der rechten Rumpfseitenwand - Abdeckung verstauen	
18	5 A Circuit Breaker der AGJ-Anlage entfernen	
19	Die Schaltanlage am Instrumentenbrett mit "AUSSER FUNKTION" kennzeichnen	
20	Den rechten Pilotensitz ordnungsgemäß einbauen	
21	Einbau des Sitzsicherungsmechanismus des rechten Pilotensitzes	

Nr.	Task	Sign
22	Die seitlichen Öffnungen in der Rumpfseitenwand des Luftfahrzeuges mit den vorgesehenen Deckeln verschließen und mit dauerelastischem Kitt abdichten	

Anmerkung: Bestandteile die ständig im Luftfahrzeug eingebaut sind und den Musterzustand nicht verändern:

- 1 Stück Bediengerät für die elektrische Steuerung der AGJ-Anlage im Instrumentenbrett
- Stromversorgungsanschluss, bestehend aus Circuit Breaker und Verkabelung zum Bediengerät

Datum	Name	Unterschrift
Bemerkungen		

K. Checkliste: AGJ-Anlage Konservierung und Lagerung

IHP 28

Nr.	Task	Sign
01	AGJ-Vorratsbehälter für Lagerung vollständig entleeren	
02	Säuberung der AGJ-Anlage von jeglicher AGJ-Ablagerung	
03	Konservierung der AGJ-Anlage mit Korrosionsschutz	
04	Brennkammern für Lagerung zusammensetzen	
05	Ventile des AGJ-Vorratsbehälter schließen	

Anmerkung: AGJ-Anlage sollte in einem trockenen, geschlossenen Raum gelagert werden

Datum	Name	Unterschrift
Bemerkungen		

5.4 Gesetzliche Vorschriften für Druckbehälter

IHP 29

Gemäß dem Österr. 211. Bundesgesetz (Kesselgesetz §2, §3) gelten folgende Komponenten der AGJ-Anlage als Druckgerät:

- AGJ-Vorratsbehälter (max. Volumen 40l, max. Betriebsdruck 1,5 bar)
- Rohrleitungen aus Chrom/Nickel-Stahl (DN 6mm, max. Betriebsdruck 1,5 bar)
- Stickstoffflasche (max. Volumen 5l, max. Betriebsdruck 200 bar)
- Druckregler bzw. Druckminderventil für Stickstoffflasche (max. Betriebsdruck 200 bar)

Die Überprüfung dieser Komponenten ist nach der Rechtsvorschrift für DGÜW-V durchzuführen.

Der AGJ-Vorratsbehälter und die Rohrleitungen gelten laut DGVO §8 als Druckgerät und Baugruppen mit geringem Gefahrenpotential. Die Kontrollen liegen im Verantwortungsbereich des Betreibers (DGÜW-V §5) und werden im IHP wahrgenommen (Checkliste A: Task 13,15,16,17; Checkliste D: Task 02).

Die wiederkehrenden Prüfungen (Prüffristen laut DGÜW-V §31) der Stickstoffflasche und des Druckminderventils sind laut DGÜW-V §4 von einer dazu berechtigten Stelle durchzuführen (Checkliste A: Task 20, 21).

5.5 Vorfallskarte

IHP 30

Lufffahrzeug	Datum	Wer hat Vorfall erfasst	
Betriebsstunden der AGJ-Anlage	Betriebsstunden des Lufffahrzeuges	Bezeichnung des Vorfalls	
Kategorisierung des Vorfalls in AGJ-Anlagen Hauptgruppen: Zutreffendes ankreuzen			
AGJ-System	Stickstoff-System	Zünd-System	Brennkammern
Befestigungselemente			
Beschreibung des Vorfalls			
Analyse und Bewertung des Vorfalls (Sicherheit, Funktionalität und Auswirkung auf HA-Einsatz) Ratingskala 0 - 6			
Ursache des Vorfalls (Ishikawa)			
Behebung des Vorfalls			
Der Vorfall ist entsprechend der Störungsverordnung an die Behörde zu melden (Zutreffendes ankreuzen)		JA	NEIN

Anmerkungen zur Vorfallskarte

IHP 31

Anlagen Hauptgruppen:

- AGJ-System (AGJ-Vorratsbehälter, AGJ-Rohrleitungen mit Absperrventilen, Einspritzdüsen)
- Stickstoff-System (Stickstoffflasche, Druckregler, Stickstoff-Rohrleitungen mit Absperrventilen)
- Zünd-System (Stromversorgungsanschluss mit Verkabelung zum Bediengerät und Circuit Breaker, Bediengerät für elektrische Steuerung der AGJ-Anlage, elektrische Verkabelung für Stromversorgung der Brennkammern, Zündfunktenegeber mit Verkabelung zu den Zündelektroden, Zündelektroden)
- Brennkammern
- Befestigungselemente (Befestigung des AGJ-Vorratsbehälter, Kabinen-Außenlasthalterung, Stickstoffflaschen-Halterung, Druckregler-Halterung, Außenlastträger, Brennkammer-Halterung)

Analyse und Bewertung des Vorfalls: Ratingskala 0 – 6

Der Vorfall ist auf einer Skala von 0 bis 6 zu bewerten. Dabei bedeutet **0 = keine Auswirkung** und **6 = sehr große Auswirkung**. Die Auswirkung bezieht sich hierbei auf die drei Analysebereiche **Sicherheit, Funktionalität** und **Auswirkung auf HA-Einsatz**.

Ursache des Vorfalls: Ishikawa Diagramm

Meldung an die Behörde: Falls der Vorfall die Flugsicherheit gefährdet (Occurrence Reporting)

6 Dokumentation des IHP

IHP 32

Die bestätigten Checklisten durchgeführter Instandhaltungsarbeiten sind zu dokumentieren und aufzubewahren. Gegebenenfalls sind folgende bestätigte Checklisten an die CAMO weiterzuleiten:

B. Checkliste: Wechsel in Hagelabwehr Konfiguration Check

C. Checkliste: AGJ-Anlage Einbau

I. Checkliste: Wechsel in Normalkonfiguration Check

J. Checkliste: AGJ-Anlage Ausbau

Diese Checklisten sind im L-Akt des LFZ abzulegen.

Zu dokumentieren sind alle Überholungsarbeiten, Reparaturarbeiten, Austausch von Teilen und Fehlerbehebungen die im Zuge der geplanten Instandhaltung laut IHP erforderlich sind.

Alle ungeplanten Instandhaltungsarbeiten sind ebenfalls zu dokumentieren.

Die Dokumentation erfolgt mittels durchgeführter und bestätigter Checklisten sowie bei Vorfällen mittels Vorfallskarte (siehe Kapitel 5.5).

7 Meldesystem bei CAMO

Der Ein- und Ausbau der AGJ-Anlage, sowie der Wechsel des LFZ in die Hagelabwehrkonfiguration bzw. Normalkonfiguration ist vom Betreiber an die CAMO zu melden.

8 Überwachung

Bei der jährlichen Nachprüfung (Annual Review) des LFZ wird das Vorhandensein der durchgeführten und bestätigten Checklisten (Checklisten B, C, I und J), die im L-Akt des LFZ abzulegen sind, mit überprüft.

9 Qualitymonitoring

IHP 33

Der Hersteller betreibt eine jährliche Evaluierung der Instandhaltung und hat die Möglichkeit diese Evaluierungen in einen Revisionsprozess einfließen zu lassen (siehe Kapitel 10).

10 Vorgehen bei Revisionen

Der Hersteller führt eine jährliche Evaluation der dokumentierten IHP Checklisten der beschriebenen Vorfälle (Vorfallskarte) durch. Falls es notwendig ist, Intervalle, Checks oder sonstige Änderungen im IHP vorzunehmen, hat der Hersteller die Möglichkeit, solche Änderungen in einer Revision des IHPs durchzuführen. Die relevanten Seiten des IHPs sind auszutauschen, wobei geänderte Inhalte mit einem schwarzen Balken seitlich zu markieren sind. Eine Revision ist mit entsprechender Revisionsnummer, dem Revisionsdatum, einer kurzen Beschreibung der Revision und den betroffenen Seiten im Kapitel I (Übersicht der Revisionen) einzutragen und vom Hersteller zu bestätigen. Des Weiteren ist die Übersicht der gültigen Seiten (Kapitel II) zu aktualisieren und von der Behörde bestätigen zu lassen. Durchgeführte Revisionen sind gegebenenfalls der CAMO weiterzuleiten.

11 Berechtigtes IH Personal

Folgende Personen sind berechtigt, eine IH der AGJ-Anlage laut IHP durchzuführen:

- KR Golob Walter (Hersteller)
- Schönberg Karl (vom Hersteller eingeschulte Person)
- DI Schönberg Andreas (vom Hersteller eingeschulte Person)

12 Abkürzungsverzeichnis

IHP 34

AFM	Aircraft Flight Manual
AGJ	Silberjodid
CAMO	Continued Airworthiness Management Organistion
CofA	Certificate of Airworthiness
DGÜW-V	Druckgeräte Überwachungsverordnung
DGVO	Druckgeräte Verordnung
DN	Nennweite
HA	Hagelabwehr
IFCA	Instruction For Continued Airworthiness
IH	Instandhaltung
IHP	Instandhaltungsprogramm
L-Akt	Lebenslaufakt
LFZ	Luftfahrzeug
RcofA	Restricted Certificate of Airworthiness

Instandhaltungsprogramm der Anlage für Hagelabwehrflüge

AGJ-Anlage für Cessna Modell 182 P

(LFZ-Serialnummer: 18263819)

Verfasst von Schönberg Karl (2012)

I Übersicht der Revisionen

IHP 02

Revision Nummer	Revision Datum	Kurze Beschreibung	Seite	Bestätigung Hersteller

II Übersicht der gültigen Seiten

IHP 03

Kapitel	Seite	Revisionsnummer	Datum
0	1	0	März 2012
I	2	0	März 2012
II	3	0	März 2012
III	4	0	März 2012
1	5	0	März 2012
2	6	0	März 2012
3	7	0	März 2012
3	8	0	März 2012
4	9	0	März 2012
5	10	0	März 2012
5	11	0	März 2012
5	12	0	März 2012
5	13	0	März 2012
5	14	0	März 2012
5	15	0	März 2012
5	16	0	März 2012
5	17	0	März 2012
5	18	0	März 2012
5	19	0	März 2012
5	20	0	März 2012
5	21	0	März 2012
5	22	0	März 2012
5	23	0	März 2012
5	24	0	März 2012
5	25	0	März 2012
5	26	0	März 2012
5	27	0	März 2012
5	28	0	März 2012
5	29	0	März 2012
5	30	0	März 2012
5	31	0	März 2012
6/7/8	32	0	März 2012
9/10/11	33	0	März 2012
12	34	0	März 2012

Genehmigung

Datum/Bestätigung der Behörde

III Inhaltsverzeichnis

IHP 04

I Übersicht der Revisionen

II Übersicht der gültigen Seiten

III Inhaltsverzeichnis

1 Skizze der AGJ-Anlage mit Benennung der Bestandteile

2 Systembeschreibung der AGJ-Anlage

3 Hinweisschilder

4 Verantwortlichkeit

4.1 LFZ Halter/Eigentümer

4.2 Personen welche die IH der AGJ-Anlage ausführen

5 IFCA

5.1 IHP Ablaufplan

5.2 Beschreibung des IHP Ablaufplans

5.3 Checklisten

5.4 Gesetzliche Vorschriften für Druckbehälter

5.5 Vorfallskarte

6 Dokumentation des IHP

7 Meldesystem bei CAMO

8 Überwachung

9 Qualitymonitoring

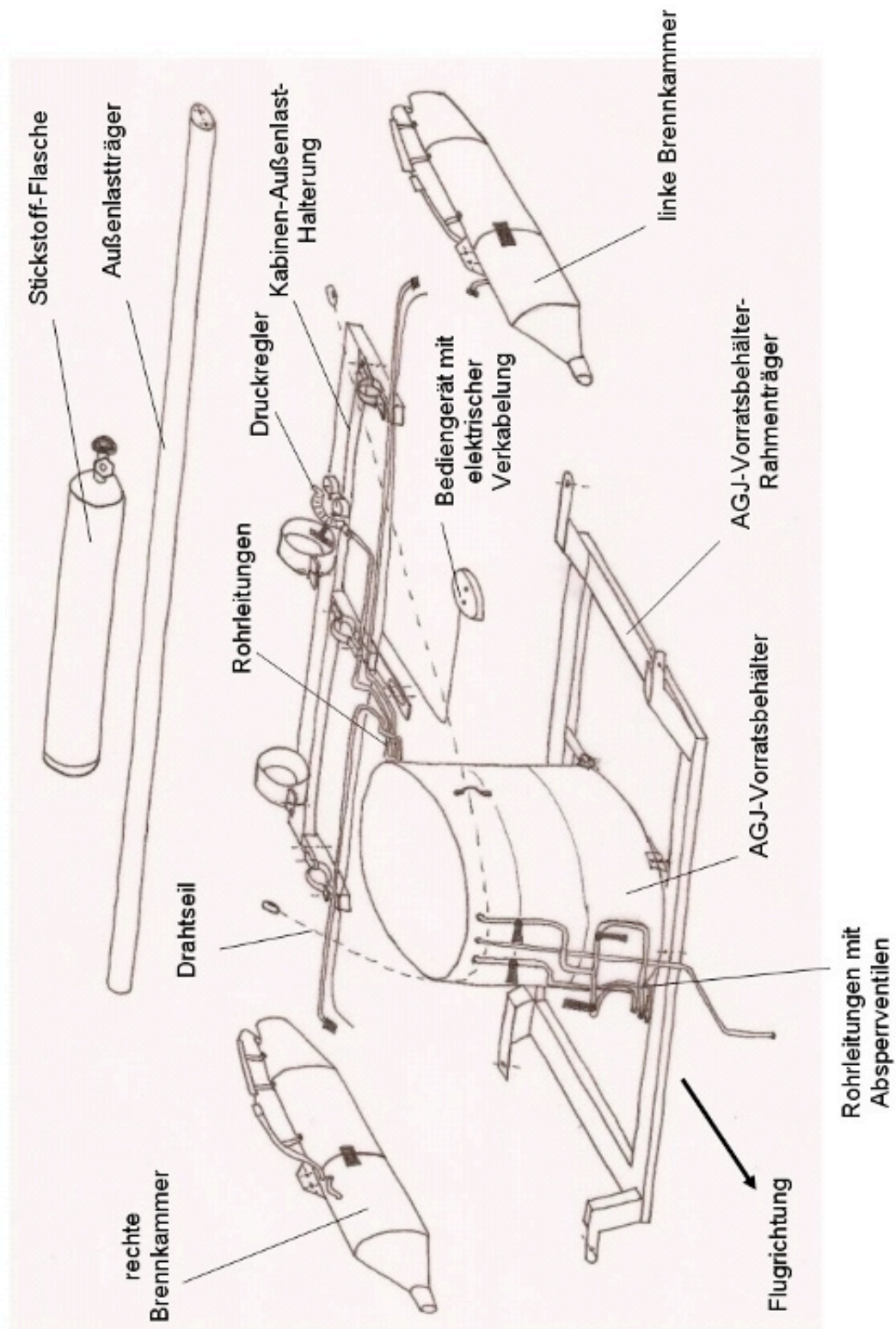
10 Vorgehen bei Revisionen

11 Berechtigtes IH Personal

12 Abkürzungsverzeichnis

1 Skizze der AGJ-Anlage mit Benennung der Bestandteile

IHP 05



2 Systembeschreibung der AGJ-Anlage

IHP 06

Aus dem Vorratsbehälter wird mittels Stickstoffdruck aus einer 200 bar Stickstoffflasche mit Druckregler das Aceton/Silberjodidgemisch über Chrom/Nickelrohre und Kugelventile in die Brennkammern gefördert.

Die Zündfunktenegeber Prüfrex EPZ 12/4 befinden sich im Vorderteil der Brenner.

Die Stromversorgung der Zündanlage erfolgt über einen 5 Ampere Circuit Breaker am Instrumentenbrett.

Am Bedienpanel am Instrumentenbrett befindet sich der AGJ-Hauptschalter, der die Stromversorgung zu den Zünddruckknöpfen links und rechts herstellt.

Die Zündung erfolgt über die Zünddruckknöpfe links und rechts, die den Primärstrom zum jeweiligen Zündfunktenegeber leiten.

Die Regelung des Zuflusses des AGJ-Gemisches erfolgt durch Einstellung des Stickstoffdruckes an der Niederdruckseite bis zu einem maximal zulässigen Druck von 1,5 bar.

Die Regelung der Luftzufuhr erfolgt durch Fixeinstellung der Luftklappe an der Lufteintrittsöffnung an der Brennervorderseite.

3 Hinweisschilder

IHP 07

Im vollen Sichtbereich des auf dem Pilotensitz befindlichen Piloten:

Dieses Flugzeug darf nur in Übereinstimmung mit den Betriebsgrenzen, die in Form von Hinweisschildern, Instrumentenmarkierungen, dem 1973 Cessna Model 182 P Owners Manual und dem von Austro Control anerkannten Anhang zum 1973 Cessna Model 182 P Owners Manual für Hagelabwehrflüge festgelegt sind, betrieben werden.

Kunstflug einschließlich Trudeln ist nicht zulässig.

Fluglastvielfache: Landeklappen eingefahren: positiv 3,8 negativ: 1,52

Landeklappen ausgefahren: positiv 2,5

Bemessungs-Höchstfluggewicht: 2950 lbs

Bemessungs-Manövergeschwindigkeit: 126 MPH CAS

Beladung und Schwerpunkt entsprechend 1973 Cessna Model 182 P Owners Manual (Section IV) und Abschnitt 6. des Anhanges für Hagelabwehrflüge.

Achtung: Starten und Laufenlassen des Triebwerks und/oder Betätigung der AGJ-Zündanlage bei offenem AGJ-Behälter ist nicht zulässig, Brenner nur im Fluge verwenden. Nicht mit brennender Flamme landen.

An der Stromkreissicherung für die AGJ-Anlage:

AGJ-Anlage, 5A

Am elektrischen Bediengerät für die AGJ-Anlage:

AGJ-Anlage

Zündung

Links**Rechts**

Am Hauptschalter der AGJ-Anlage:

IHP 08

Zündung

An der Einfüllöffnung des AGJ-Behälters:

AGJ-Gemisch, max. 50 Liter

An den Ventilen der AGJ-Behälterwand:

AGJ-Brenner AUF/ZU

Stickstoff AUF/ZU

Brenner links

Brenner rechts

AUF/ZU

AUF/ZU

Am Stickstoffdruckregler der Druckflasche:

Stickstoff AUF/ZU

Stickstoffbetriebsdruck maximal 1,5 bar

Roter Radialstrich am Niederdruckmanometer: **2,0 bar**

4 Verantwortlichkeit

IHP 09

4.1 LFZ Halter/Eigentümer

“Der Eigentümer ist für die Aufrechterhaltung der Lufttüchtigkeit des LFZ verantwortlich, und er muss sicherstellen, dass Flüge nur stattfinden wenn:

5. sich das LFZ in einem lufttüchtigen Zustand befindet, und
6. Betriebs- und Notausrüstung korrekt eingebaut und betriebsbereit sind oder deutlich als nicht betriebsbereit gekennzeichnet sind, und
7. das Lufttüchtigkeitszeugnis seine Gültigkeit behält, und
8. die Instandhaltung des LFZ in Übereinstimmung mit dem genehmigten Instandhaltungsverfahren durchgeführt wird“ (Part M)

Diese Verantwortlichkeit der Aufrechterhaltung der Lufttüchtigkeit kann falls erforderlich mit vertraglicher Verpflichtung einem Unternehmen (CAMO) übergeben werden. Eine CAMO ist erforderlich, wenn das LFZ gewerblich betrieben wird.

Für den Halter gilt eine Meldepflicht von Vorfällen, welche die Sicherheit gefährden, gegenüber der Behörde (Occurrence Reporting) und gegebenenfalls gegenüber der CAMO.

4.2 Personen, welche die IH der AGJ-Anlage ausführen

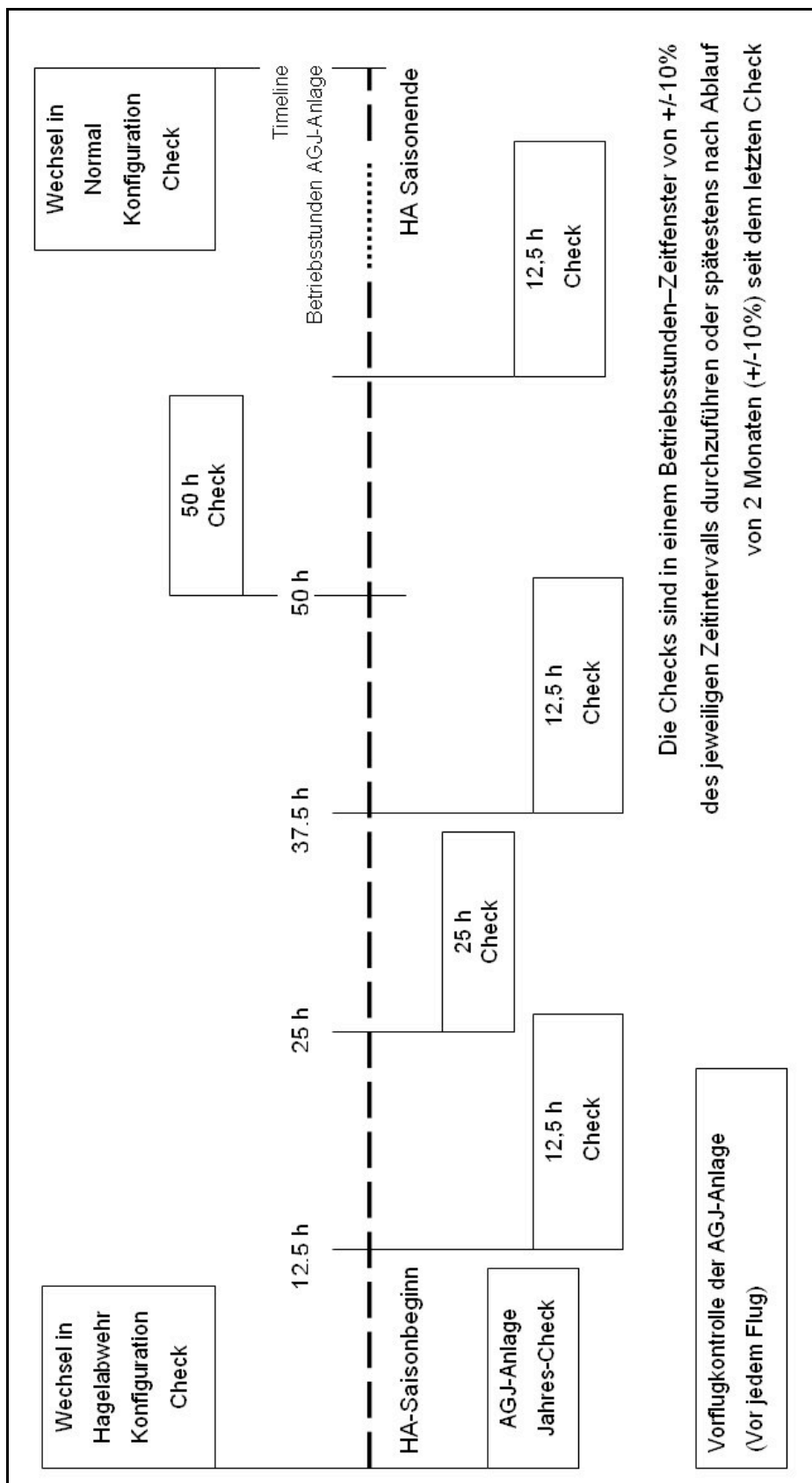
Die IH der AGJ-Anlage darf ausschließlich vom Hersteller bzw. von Personen durchgeführt werden, die entsprechend vom Hersteller oder von berechtigtem IH Personal eingeschult wurden (Berechtigungsnachweis vom Hersteller). Berechtigte Personen, die eine IH durchführen, sind für die gewissenhafte Ausführung der Tätigkeiten des genehmigten IHP verantwortlich. Berechtigte Personen haben die ausgeführten Tätigkeiten, gemäß den im IHP festgelegten Checklisten, mit ihrer Unterschrift zu bestätigen.

Der Ein- und Ausbau der AGJ-Anlage ist von einem Luftfahrzeugwart (Allgemeine Luftfahrt) zu kontrollieren und im Bordbuch zu bestätigen.

5 IFCA

IHP 10

5.1 IHP Ablaufplan



5.2 Beschreibung des IHP Ablaufplans

IHP 11

Der Jahres-Check der AGJ-Anlage ist jährlich durchzuführen und sollte vorzugsweise vor Beginn der HA-Saison stattfinden.

Die Zeitintervalle zwischen den jeweiligen Kontrollen beziehen sich auf die Betriebsstunden der AGJ-Anlage. Die Kontrollen sind in einem Betriebsstunden-Zeitfenster von +/-10% des jeweiligen Zeitintervalls durchzuführen.

Vergeht, ab Durchführung eines Checks, ein Zeitraum von 2 Monaten (+/- 10%), so ist der jeweils folgende Check auf alle Fälle durchzuführen, auch wenn die Betriebsstunden im Betriebsstunden-Zeitfenster von +/-10% des jeweiligen Zeitintervalls noch nicht erreicht wurden. So ist beispielsweise ein 12,5 h Check durchzuführen, wenn 12,5 h (+/-10%) Betriebsstunden erreicht wurden, oder 2 Monate (+/-10%) seit dem letzten Check verstrichen sind.

5.3 Checklisten

- A. AGJ-Anlage Jahres-Check
- B. Wechsel in Hagelabwehr Konfiguration Check
- C. AGJ-Anlage Einbau
- D. AGJ-Anlage Funktionskontrolle am Boden
- E. AGJ-Anlage Vorflugkontrolle*
- F. 12,5 h Check
- G. 25 h Check
- H. 50 h Check
- I. Wechsel in Normal Konfiguration Check
- J. AGJ-Anlage Ausbau
- K. AGJ-Anlage Konservierung und Lagerung

* gehört nicht zum IHP

A. Checkliste: AGJ-Anlage Jahres-Check

Seite 1 von 2

IHP 12

Gemäß dem genehmigten AFM-Supplement und der zusätzlichen Herstelleranweisung

Nr.	Task	Sign
01	Brennkammern vollständig zerlegen und alle Teile auf Abnutzung und sonstige Schäden prüfen	
02	Halterung der Brennkammer zur Befestigung am Außenlastträger auf Anrisse und sonstige Schäden untersuchen (Sichtprüfung)	
03	Halterung des Zündfunktenebers kontrollieren	
04	Halterung für die Zündelektroden auf Schäden kontrollieren	
05	Zündelektroden auf Schäden kontrollieren (Risse in Keramikisolierung bzw. Länge der Elektrodenspitze)	
06	Verbindung Zündschuh mit Zündelektrode kontrollieren	
07	Einspritzdüse auf Schäden kontrollieren	
08	Außenlastträger auf Risse oder sonstige Schäden kontrollieren (Sichtprüfung)	
09	Kabinenaußenlasthalterung auf Anrisse und sonstige Schäden prüfen (Sichtprüfung)	
10	Halterung für die Stickstoffflasche prüfen	
11	Halterung für den Druckregler kontrollieren und Druckregler auf festen Sitz prüfen	
12	Neuen Dichtring in Druckregler einlegen	
13	Alle Rohrleitungen (Stickstoffzufuhr, AGJ-Zufuhr) und Rohrleitungsanschlüsse auf Beschädigungen überprüfen	
14	Alle Absperrventile auf Korrosion und Gängigkeit prüfen	

Anmerkung: Alle Überprüfungen auf Risse sind mittels Sichtprüfung durchzuführen. Falls erforderlich kann eine Farbeindringprüfung durchgeführt werden.

Nr.	Task	Sign
15	AGJ-Vorratsbehälter-Rahmenträger auf Anrisse und sonstige Schäden prüfen (Sichtprüfung)	
16	Befestigung des AGJ-Vorratsbehälter am Rahmenträger auf Beschädigung und Anrisse prüfen (Sichtprüfung)	
17	Drahtseil zur Sicherung des AGJ-Vorratsbehälters, Drahtseilspanner und Karabiner auf Beschädigungen überprüfen	
18	Verschweißungen der Stickstoffrohrleitung und der AGJ-Rohrleitung am AGJ-Vorratsbehälter auf Risse untersuchen (Sichtprüfung)	
19	AGJ-Vorratsbehälter innen und außen auf Korrosion und Risse prüfen (Sichtprüfung)	
20	Dichtring des inneren AGJ-Vorratsbehälterdeckels erneuern	
21	Prüfen der elektrischen Verkabelung und Kabelverbindungen für die Stromversorgung der Zündfunktenegeber auf Beschädigung	
22	Stickstoffdruckflasche: Überprüfung nach gesetzlicher Vorschrift für Druckbehälter	
23	Druckregler: Überprüfung nach gesetzlicher Vorschrift für Druckgeräte	

Anmerkung: Alle Überprüfungen auf Risse sind mittels Sichtprüfung durchzuführen. Falls erforderlich kann eine Farbeindringprüfung durchgeführt werden.

Datum	Name	Unterschrift
Bemerkungen		

B. Checkliste: Wechsel in Hagelabwehr Konfiguration Check

IHP 14

Nr.	Task	Sign
01	AGJ-Anlage Jahres-Check (Checkliste A) von berechtigter IH Person durchgeführt	
02	AGJ-Anlage Einbau (Checkliste C)	
03	<u>Luftfahrzeugpapiere tauschen:</u> • RcofA	
	• Gewichts- und Schwerpunktangabe mit AGJ - Anlage	
04	Kontrolle des AGJ-Anlagen-Einbau durch einen Luftfahrzeugwart (Allgemeine Luftfahrt) und Bestätigung des Einbau im Bordbuch durch den Luftfahrzeugwart	
05	Durchführung eines Hagelabwehranlagen-Checkflugs von einem Hagelabwehrpiloten, zur Überprüfung der AGJ-Anlage im Flug	
06	Gegebenenfalls Verständigung der CAMO und Übermittlung folgender dokumentierter Checklisten: Checkliste B, Checkliste C	

Datum	Name	Unterschrift
Bemerkungen		

Nr.	Task	Sign
01	Ausbau der Rückbank	
02	Vorhandenen Teppich im Gepäckraum entfernen	
03	Abdeckungen der Öffnungen in der Rumpfsseitenwand des Luftfahrzeuges für den Außenlastträger entfernen	
04	Einbau des Vorratsbehälter-Rahmenträgers und den darauf befestigten AGJ-Vorratsbehälter mit 5 von den 7 Befestigungsschrauben der Rückbank Achtung! 2 hintere mittlere Befestigungsschrauben noch nicht einsetzen!	
05	<u>Einbau der Kabinen-Außenlasthalterung:</u> <ul style="list-style-type: none"> • hinten seitlich an den im LFZ-Boden befindlichen Befestigungspunkten mit den 2 vorgesehenen Schrauben befestigen 	
	<ul style="list-style-type: none"> • vorne mit der vorgesehenen Lasche unter dem Vorratsbehälter-Rahmenträger mit den 2 hinteren mittleren Befestigungsschrauben des Vorratsbehälter-Rahmenträgers befestigen 	
06	Die AGJ-Zufuhr-Rohrleitungen zu den Brennkammern und die Stromversorgungsverkabelung für die Zündfunktenegeber in den Brennkammern durch die Öffnungen in der Rumpfsseitenwand nach außen verlegen	
07	Die nach außen verlegten AGJ-Zufuhrrohrleitungen mit den dazugehörigen AGJ-Rohrleitungen der Kabinen-Außenlasthalterung verbinden	
08	Die 3 Befestigungselemente auf der Kabinen-Außenlasthalterung für den Außenlastträger öffnen	
09	Außenlastträger von links durch den Rumpf und durch die Kabinen-Außenlasthalterung in die richtige Position einführen	

Nr.	Task	Sign
10	Außenlastträger mit den 3 Befestigungselementen und dem Fixierbolzen des mittleren Befestigungselements in richtiger Position fixieren und an die Kabinen-Außenlasthalterung befestigen	
11	AGJ-Rohrleitungen und Stickstoffrohrleitung an der vorgesehenen Rohrverbindungseinheit des AGJ-Vorratsbehälters anschließen	
12	AGJ-Überlaufrohrleitung zwischen den AGJ-Vorratsbehälter und der dafür vorgesehenen Öffnung im Luftfahrzeugboden montieren	
13	Brennkammern links und rechts am Außenlastträger in der entsprechenden Richtung mit den dafür vorgesehenen Stahlschrauben befestigen und sichern	
14	AGJ-Rohrleitungen und Stromversorgung an den Brennkammern anschließen	
15	Kontrolle der Lufteinlassklappen im vorderen Teil der Brennkammern auf richtige Lage	
16	Fixieren des Drahtseils zur Sicherung des AGJ-Vorratsbehälters mit den 2 vorgesehenen Karabinern an den im Gepäckraum vorhandenen Verzurrungspunkten	
17	Spannen des Drahtseils mit eingebauten Spannvorrichtung	
18	Stickstoffflasche in der entsprechenden Vorrichtung der Kabinen-Außenlasthalterung montieren und mit dem, in der Kabinen-Außenlasthalterung fixierten Druckregler, verbinden	
19	Kabelbinder vom 5 A Circuit Breaker entfernen und Circuit Breaker hineindrücken (ON Stellung)	
20	Verlauf der elektrischen Verkabelung für die Stromversorgung der AGJ-Zündung mit Isolierband am Außenlastträger fixieren	

C. Checkliste: AGJ-Anlage Einbau

Seite 3 von 3

IHP 17

Nr.	Task	Sign
21	Durchlässe zwischen Rumpfseitenwand und Außenlastträgerrohr mit dauerelastischem Kitt abdichten	
22	AGJ-Vorratsbehälter mit AGJ füllen	
23	Überprüfung aller Rohrleitungsanschlüsse auf festen Sitz	
24	Beschriftung der Bedienelemente auf Vorhandensein und Lesbarkeit prüfen (Kapitel 3)	
25	AGJ-Anlage Funktionskontrolle am Boden (Checkliste D)	

Datum	Name	Unterschrift
Bemerkungen		

D. Checkliste: AGJ-Anlage Funktionskontrolle am Boden

IHP 18

Nr.	Task	Sign
01	Funktion der Zündanlage bei geschlossenem AGJ-Zufuhrventil prüfen (Brenner am Boden nicht in Betrieb nehmen)	
02	Dichtheitsprüfung: Die Dichtheit des AGJ-Bereiches durch Füllen des AGJ-Vorratsbehälters und Aufbringen eines Druckes von 2,0 bar prüfen. Nach Schließen der Ventile darf der maximale Druckabfall 0,1 bar in 2 Minuten am Niederdruckmanometer betragen.	
03	Sprühtest (bei ausgeschalteter Zündanlage): Ein kurzes Öffnen der AGJ-Brennerzufuhrventile des gefüllten, unter Druck stehenden AGJ-Vorratsbehälters, führt zu einem Sprühnebel der AGJ-Lösung hinter den Brennkammern.	

Datum	Name	Unterschrift
Bemerkungen		

E. Checkliste: AGJ-Anlage Vorflugkontrolle*

IHP 19

Nr.	Task	Sign
01	Sitz der Brennkammern auf dem Außenlastträger auf festen Sitz kontrollieren	
02	Schraubenmarkierungen und Sicherungsdrähte der Schrauben der Brennkammern–Befestigung überprüfen	
03	Zünder Elektroden auf festen Sitz und richtigen Elektrodenabstand kontrollieren	
04	Verbindung der Zündverkabelung mit der Zünder Elektrode kontrollieren	
05	AGJ-Anlage Funktionskontrolle am Boden (Checkliste D)	

*gehört nicht zum IHP

Datum	Name	Unterschrift
Bemerkungen		

F. Checkliste: 12,5 h Check

IHP 20

Nr.	Task	Sign
01	Hintere Brennkammerhülle der jeweiligen Brennkammer abnehmen und verschmutzte Teile reinigen	
02	Einspritzdüse der jeweiligen Brennkammer ausbauen und reinigen	
03	AGJ–Ablagerungen in den Düsenanschlüssen entfernen	
04	Zusammenbau der Brennkammer-Komponenten	
05	AGJ-Anlage Vorflugkontrolle (Checkliste E)	

Datum	Name	Unterschrift
Bemerkungen		

G. Checkliste: 25 h Check

IHP 21

Nr.	Task	Sign
01	Hintere Brennkammerhülle der jeweiligen Brennkammer abnehmen und verschmutzte Teile reinigen	
02	Einspritzdüse der jeweiligen Brennkammer ausbauen und reinigen	
03	AGJ–Ablagerungen in den Düsenanschlüssen entfernen	
04	Zusammenbau der Brennkammer-Komponenten	
05	Zündelektrodenhalterung auf Risse prüfen (Sichtprüfung)	
06	<u>Folgende Komponenten auf festen Sitz kontrollieren:</u>	
	• Rohrleitungsanschlüsse der AGJ–Anlage	
	• Kabinen–Außenlasthalterung	
	• Stickstoffflaschen(–Halterung)	
	• Druckregler(–Halterung)	
	• Außenlastträger	
	• AGJ-Vorratsbehälter-Rahmenträger	
• AGJ-Vorratsbehälter		
07	AGJ-Anlage Vorflugkontrolle (Checkliste E)	

Datum	Name	Unterschrift
Bemerkungen		

Nr.	Task	Sign
01	Hintere und vordere Brennkammerhülle der jeweiligen Brennkammer abnehmen und verschmutzte Teile reinigen	
02	Einspritzdüse der jeweiligen Brennkammer ausbauen und reinigen	
03	AGJ–Ablagerungen in den Düsenanschlüssen entfernen und Einspritzdüsen einbauen	
04	Elektrische Anschlüsse des Zündfunktenggebers der jeweiligen Brennkammer mit Kontaktspray reinigen	
05	Zusammenbau der jeweiligen Brennkammer-Komponenten	
06	Zündelektrodenhalterung auf Risse prüfen (Sichtprüfung)	
07	Zündelektroden spitze auf Abnutzung prüfen	
08	Elektrische Anschlüsse des Bediengerätes mit Kontaktspray reinigen	
09	Sichtkontrolle der elektrischen Verkabelung und der Rohrleitungen im Bereich der Öffnungen in der Rumpfsseitenwand	
10	Halteung der jeweiligen Brennkammer am Außenlastträger auf Anrisse und sonstige Schäden untersuchen (Sichtkontrolle)	
11	Die Befestigungen des AGJ–Vorratsbehälters sind auf Risse und sonstige Schäden zu kontrollieren (Sichtkontrolle)	
12	Befestigung des AGJ-Vorratsbehälter-Rahmenträgers auf Risse und sonstige Schäden kontrollieren (Sichtkontrolle)	
13	Drahtseil zur Sicherung des AGJ-Vorratsbehälters auf richtige Spannung prüfen	

Nr.	Task	Sign
14	Die Befestigung der Stickstoffflasche auf Risse prüfen (Sichtprüfung)	
15	<u>Folgende Komponenten auf festen Sitz kontrollieren:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Rohrleitungsanschlüsse der AGJ-Anlage • Kabinen-Außenlasthalterung • Stickstoffflaschen(-Halterung) • Druckregler(-Halterung) • Außenlastträger • AGJ-Vorratsbehälter-Rahmenträger • AGJ-Vorratsbehälter 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
16	AGJ-Anlage Vorflugkontrolle (Checkliste E)	

Datum	Name	Unterschrift
Bemerkungen		

I. Checkliste: Wechsel in Normal Konfiguration Check

IHP 24

Nr.	Task	Sign
01	AGJ-Anlage Ausbau (Checkliste J)	
02	<u>Luftfahrzeugpapiere tauschen:</u>	
	<ul style="list-style-type: none"> • CofA • Gewichts- und Schwerpunktangabe ohne AGJ-Anlage 	
03	Überprüfung der Versicherung für 4 Personen an Bord	
04	Kontrolle des AGJ-Anlagen-Ausbau durch einen Luftfahrzeugwart (Allgemeine Luftfahrt) und Bestätigung des Ausbau im Bordbuch durch den Luftfahrzeugwart	
05	Gegebenenfalls Verständigung der CAMO und Übermittlung folgender dokumentierter Checklisten: Checkliste I, Checkliste J	

Datum	Name	Unterschrift
Bemerkungen		

Nr.	Task	Sign
01	AGJ-Rohrleitungsanschluss und elektrischer Anschluss von der rechten Brennkammer lösen	
02	Rechte Brennkammer von Außenlastträger abbauen	
03	AGJ-Vorratsbehälter über die AGJ-Rohrleitung der rechten Brennkammer in einen dafür vorgesehenen Behälter entleeren	
04	AGJ-Rohrleitungsanschluss und elektrischen Anschluss von der linken Brennkammer lösen	
05	Linke Brennkammer vom Außenlastträger abbauen	
06	Stickstoffflasche ausbauen	
07	Drahtseil zur Sicherung des AGJ-Vorratsbehälters ausbauen	
08	Fixierbolzen zwischen Außenlastträger und mittleren Befestigungselement der Kabinen-Außenlasthalterung entfernen und die 3 Befestigungselemente für den Außenlastträger öffnen	
09	Dauerelastischen Kitt zwischen Rumpfseitenwand und Außenlastträger entfernen	
10	Außenlastträger nach links durch die Kabinen-Außenlasthalterung und den Luftfahrzeugrumpf herausziehen	
11	<p>Ausbau der AGJ-Rohrleitungen zu den Brennkammern durch Lösen der Verbindung am Kabinen-Außenlastträger</p> <p>Achtung! Möglicher Austritt von AGJ aus der AGJ Rohrleitung! AGJ Kontakt mit Luftfahrzeug verhindern!</p>	

Nr.	Task	Sign
12	AGJ-Rohrleitungen und Stickstoffrohrleitung von der vorgesehenen Rohrverbindungseinheit des AGJ-Vorratsbehälters abschließen Achtung! Möglicher Austritt von AGJ aus der AGJ Rohrleitung! AGJ Kontakt mit Luftfahrzeug verhindern!	
13	Ausbau der Kabinen-Außenlasthalterung durch Lösen der Befestigungsschrauben hinten seitlich und vorne durch Öffnen der 2 mittleren Befestigungsschrauben des hinteren Teils des AGJ-Vorratsbehälter-Rahmenträgers	
14	Ausbau der Überlaufrohrleitung zwischen AGJ-Vorratsbehälter und Luftfahrzeugboden	
15	Ausbau des AGJ-Vorratsbehälter-Rahmenträgers mit dem darauf befestigten AGJ-Vorratsbehälter durch Lösen der Befestigungsschrauben an den Rückbankbefestigungs-Positionen	
16	Elektrische Verkabelung für die Stromversorgung der Brennkammern abisolieren, zusammenrollen und in der rechten Rumpfsseitenwand - Abdeckung verstauen	
17	5 A Circuit Breaker in OFF Stellung mit Kabelbinder sichern	
18	Die Schaltanlage am Instrumentenbrett mit "AUSSER FUNKTION" kennzeichnen	
19	Die seitlichen Öffnungen in der Rumpfsseitenwand des Luftfahrzeuges mit den vorgesehenen Deckeln verschließen und mit dauerelastischem Kitt abdichten	

Nr.	Task	Sign
20	Vorgesehenen feuerfesten Teppich in den Gepäcksraum einbauen	
21	Ordnungsgemäßer Einbau der Rückbank	

Anmerkung: Bestandteile die ständig im Luftfahrzeug eingebaut sind und den Musterzustand nicht verändern:

- 1 Stück Bediengerät für die elektrische Steuerung der AGJ-Anlage im Instrumentenbrett
- Stromversorgungsanschluss, bestehend aus Circuit Breaker und Verkabelung zum Bediengerät

Datum	Name	Unterschrift
Bemerkungen		

K. Checkliste: AGJ-Anlage Konservierung und Lagerung

IHP 28

Nr.	Task	Sign
01	AGJ-Vorratsbehälter für Lagerung vollständig entleeren	
02	Säuberung der AGJ-Anlage von jeglicher AGJ-Ablagerung	
03	Konservierung der AGJ-Anlage mit Korrosionsschutz	
04	Brennkammern für Lagerung zusammensetzen	
05	Ventile des AGJ-Vorratsbehälter schließen	

Anmerkung: AGJ-Anlage sollte in einem trockenen, geschlossenen Raum gelagert werden

Datum	Name	Unterschrift
Bemerkungen		

5.4 Gesetzliche Vorschriften für Druckbehälter

IHP 29

Gemäß dem Österr. 211. Bundesgesetz (Kesselgesetz §2, §3) gelten folgende Komponenten der AGJ-Anlage als Druckgerät:

- AGJ-Vorratsbehälter (max. Volumen 50l, max. Betriebsdruck 1,5 bar)
- Rohrleitungen aus Chrom/Nickel-Stahl (DN 6mm, max. Betriebsdruck 1,5 bar)
- Stickstoffflasche (max. Volumen 5l, max. Betriebsdruck 200 bar)
- Druckregler bzw. Druckminderventil für Stickstoffflasche (max. Betriebsdruck 200 bar)

Die Überprüfung dieser Komponenten ist nach der Rechtsvorschrift für DGÜW-V durchzuführen.

Der AGJ-Vorratsbehälter und die Rohrleitungen gelten laut DGVO §8 als Druckgerät und Baugruppen mit geringem Gefahrenpotential. Die Kontrollen liegen im Verantwortungsbereich des Betreibers (DGÜW-V §5) und werden im IHP wahrgenommen (Checkliste A: Task 13,14,18,19; Checkliste D: Task 02).

Die wiederkehrenden Prüfungen (Prüffristen laut DGÜW-V §31) der Stickstoffflasche und des Druckminderventils sind laut DGÜW-V §4 von einer dazu berechtigten Stelle durchzuführen (Checkliste A: Task 22,23).

5.5 Vorfallskarte

IHP 30

Luftfahrzeug	Datum	Wer hat Vorfall erfasst	
Betriebsstunden der AGJ-Anlage	Betriebsstunden des Luftfahrzeuges	Bezeichnung des Vorfalls	
Kategorisierung des Vorfalls in AGJ-Anlagen Hauptgruppen: Zutreffendes ankreuzen			
AGJ-System	Stickstoff-System	Zünd-System	Brennkammern
Befestigungselemente			
Beschreibung des Vorfalls			
Analyse und Bewertung des Vorfalls (Sicherheit, Funktionalität und Auswirkung auf HA-Einsatz) Ratingskala 0 - 6			
Ursache des Vorfalls (Ishikawa)			
Behebung des Vorfalls			
Der Vorfall ist entsprechend der Störungsverordnung an die Behörde zu melden (Zutreffendes ankreuzen)		JA	NEIN

Anmerkungen zur Vorfallskarte

IHP 31

Anlagen Hauptgruppen:

- AGJ-System (AGJ-Vorratsbehälter, AGJ-Rohrleitungen mit Absperrventilen, Einspritzdüsen)
- Stickstoff-System (Stickstoffflasche, Druckregler, Stickstoff-Rohrleitungen mit Absperrventilen)
- Zünd-System (Stromversorgungsanschluss mit Verkabelung zum Bediengerät und Circuit Breaker, Bediengerät für elektrische Steuerung der AGJ-Anlage, elektrische Verkabelung für Stromversorgung der Brennkammern, Zündfunktenggeber mit Verkabelung zu den Zündelektroden, Zündelektroden)
- Brennkammern
- Befestigungselemente (Befestigung des AGJ-Vorratsbehälter, Befestigung des AGJ-Vorratsbehälter-Rahmenträger, Kabinen-Außenlasthalterung, Stickstoffflaschen-Halterung, Druckregler-Halterung, Außenlastträger, Brennkammer-Halterung)

Analyse und Bewertung des Vorfalls: Ratingskala 0 – 6

Der Vorfall ist auf einer Skala von 0 bis 6 zu bewerten. Dabei bedeutet **0 = keine Auswirkung** und **6 = sehr große Auswirkung**. Die Auswirkung bezieht sich hierbei auf die drei Analysebereiche **Sicherheit, Funktionalität** und **Auswirkung auf HA-Einsatz**.

Ursache des Vorfalls: Ishikawa Diagramm

Meldung an die Behörde: Falls der Vorfall die Flugsicherheit gefährdet (Occurrence Reporting)

6 Dokumentation des IHP

IHP 32

Die bestätigten Checklisten durchgeführter Instandhaltungsarbeiten sind zu dokumentieren und aufzubewahren. Gegebenenfalls sind folgende bestätigte Checklisten an die CAMO weiterzuleiten:

B. Checkliste: Wechsel in Hagelabwehr Konfiguration Check

C. Checkliste: AGJ-Anlage Einbau

I. Checkliste: Wechsel in Normalkonfiguration Check

J. Checkliste: AGJ-Anlage Ausbau

Diese Checklisten sind im L-Akt des LFZ abzulegen.

Zu dokumentieren sind alle Überholungsarbeiten, Reparaturarbeiten, Austausch von Teilen und Fehlerbehebungen die im Zuge der geplanten Instandhaltung laut IHP erforderlich sind.

Alle ungeplanten Instandhaltungsarbeiten sind ebenfalls zu dokumentieren.

Die Dokumentation erfolgt mittels durchgeführter und bestätigter Checklisten sowie bei Vorfällen mittels Vorfallskarte (siehe Kapitel 5.5).

7 Meldesystem bei CAMO

Der Ein- und Ausbau der AGJ-Anlage, sowie der Wechsel des LFZ in die Hagelabwehrkonfiguration bzw. Normalkonfiguration ist vom Betreiber an die CAMO zu melden.

8 Überwachung

Bei der jährlichen Nachprüfung (Annual Review) des LFZ wird das Vorhandensein der durchgeführten und bestätigten Checklisten (Checklisten B, C, I und J), die im L-Akt des LFZ abzulegen sind, mit überprüft.

9 Qualitymonitoring

IHP 33

Der Hersteller betreibt eine jährliche Evaluierung der Instandhaltung und hat die Möglichkeit diese Evaluierungen in einen Revisionsprozess einfließen zu lassen (siehe Kapitel 10).

10 Vorgehen bei Revisionen

Der Hersteller führt eine jährliche Evaluation der dokumentierten IHP Checklisten der beschriebenen Vorfälle (Vorfallskarte) durch. Falls es notwendig ist, Intervalle, Checks oder sonstige Änderungen im IHP vorzunehmen, hat der Hersteller die Möglichkeit, solche Änderungen in einer Revision des IHPs durchzuführen. Die relevanten Seiten des IHPs sind auszutauschen, wobei geänderte Inhalte mit einem schwarzen Balken seitlich zu markieren sind. Eine Revision ist mit entsprechender Revisionsnummer, dem Revisionsdatum, einer kurzen Beschreibung der Revision und den betroffenen Seiten im Kapitel I (Übersicht der Revisionen) einzutragen und vom Hersteller zu bestätigen. Des Weiteren ist die Übersicht der gültigen Seiten (Kapitel II) zu aktualisieren und von der Behörde bestätigen zu lassen. Durchgeführte Revisionen sind gegebenenfalls der CAMO weiterzuleiten.

11 Berechtigtes IH Personal

Folgende Personen sind berechtigt, eine IH der AGJ-Anlage laut IHP durchzuführen:

- KR Golob Walter (Hersteller)
- Schönberg Karl (vom Hersteller eingeschulte Person)
- DI Schönberg Andreas (vom Hersteller eingeschulte Person)

12 Abkürzungsverzeichnis

IHP 34

AFM	Aircraft Flight Manual
AGJ	Silberjodid
CAMO	Continued Airworthiness Management Organistion
CofA	Certificate of Airworthiness
DGÜW-V	Druckgeräte Überwachungsverordnung
DGVO	Druckgeräte Verordnung
DN	Nennweite
HA	Hagelabwehr
IFCA	Instruction For Continued Airworthiness
IH	Instandhaltung
IHP	Instandhaltungsprogramm
L-Akt	Lebenslaufakt
LFZ	Luftfahrzeug
RcofA	Restricted Certificate of Airworthiness

Instandhaltungsprogramm der Anlage für Hagelabwehrflüge

AGJ-Anlage für Partenavia Modell P 68 B

(LFZ-Serialnummer: 122)

Verfasst von Schönberg Karl (2012)

I Übersicht der Revisionen

IHP 02

Revision Nummer	Revision Datum	Kurze Beschreibung	Seite	Bestätigung Hersteller

II Übersicht der gültigen Seiten

IHP 03

Kapitel	Seite	Revisionsnummer	Datum
0	1	0	März 2012
I	2	0	März 2012
II	3	0	März 2012
III	4	0	März 2012
1	5	0	März 2012
2	6	0	März 2012
3	7	0	März 2012
3	8	0	März 2012
4	9	0	März 2012
5	10	0	März 2012
5	11	0	März 2012
5	12	0	März 2012
5	13	0	März 2012
5	14	0	März 2012
5	15	0	März 2012
5	16	0	März 2012
5	17	0	März 2012
5	18	0	März 2012
5	19	0	März 2012
5	20	0	März 2012
5	21	0	März 2012
5	22	0	März 2012
5	23	0	März 2012
5	24	0	März 2012
5	25	0	März 2012
5	26	0	März 2012
5	27	0	März 2012
5	28	0	März 2012
5	29	0	März 2012
6/7/8	30	0	März 2012
9/10/11	31	0	März 2012
12	32	0	März 2012

Genehmigung

Datum/Bestätigung der Behörde

III Inhaltsverzeichnis

IHP 04

I Übersicht der Revisionen

II Übersicht der gültigen Seiten

III Inhaltsverzeichnis

1 Skizze der AGJ-Anlage mit Benennung der Bestandteile

2 Systembeschreibung der AGJ-Anlage

3 Hinweisschilder

4 Verantwortlichkeit

4.1 LFZ Halter/Eigentümer

4.2 Personen welche die IH der AGJ-Anlage ausführen

5 IFCA

5.1 IHP Ablaufplan

5.2 Beschreibung des IHP Ablaufplans

5.3 Checklisten

5.4 Gesetzliche Vorschriften für Druckbehälter

5.5 Vorfallskarte

6 Dokumentation des IHP

7 Meldesystem bei CAMO

8 Überwachung

9 Qualitymonitoring

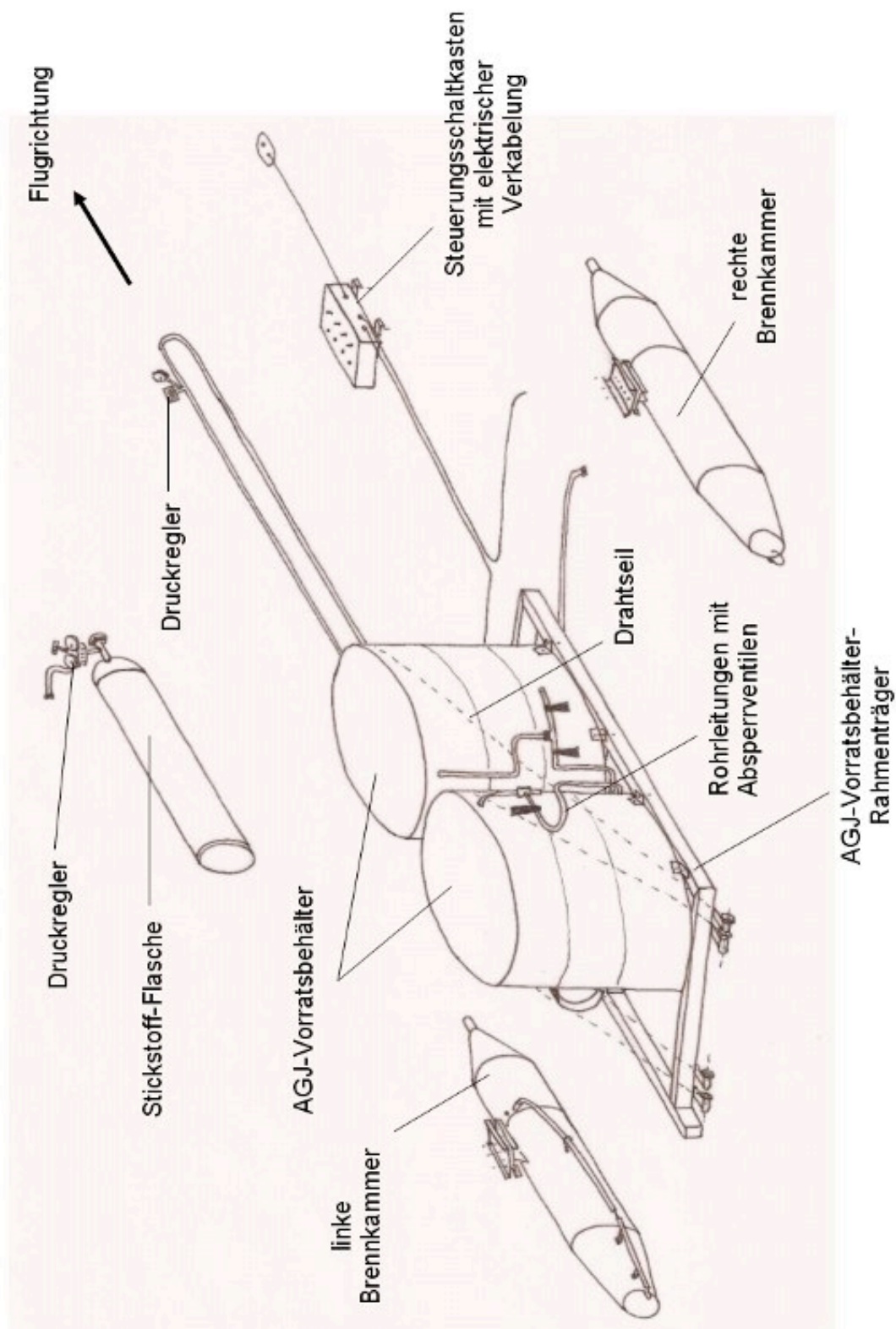
10 Vorgehen bei Revisionen

11 Berechtigtes IH Personal

12 Abkürzungsverzeichnis

1 Skizze der AGJ-Anlage mit Benennung der Bestandteile

IHP 05



2 Systembeschreibung der AGJ-Anlage

IHP 06

Aus den 2 Vorratsbehältern wird mittels Stickstoffdruck aus einer 200 bar Stickstoffflasche mit Druckregler das Aceton/Silberjodidgemisch über Chrom/Nickelrohre, Kugelventile und elektrische Ventile in die Brennkammern gefördert.

Die Zündfunktgeber Prüfreflex EPZ 12/4 befinden sich im Vorderteil der Brenner.

Die Stromversorgung der Zündanlage erfolgt über einen 10 Ampere Circuit Breaker am Instrumentenbrett.

Am Schaltkasten, der hinter dem rechten Pilotensitz an der Sitzschiene montiert ist, befindet sich der AGJ-Hauptschalter, der die Stromversorgung zu den Zünddruckknöpfen links und rechts herstellt.

Die Zündung erfolgt über die Zünddruckknöpfe links und rechts, die den Primärstrom zum jeweiligen Zündfunktgeber leiten.

Die Regelung des Zuflusses des AGJ-Gemisches erfolgt durch Einstellung des Stickstoffdruckes an der Niederdruckseite bis zu einem maximal zulässigen Druck von 1,5 bar. Die Feinregelung erfolgt über den Druckregler, der neben dem linken Pilotensitz montiert ist. Der Zufluss des AGJ-Gemisches wird über die elektrischen Ventile, die sich über den Schaltkasten bedienen lassen, gesteuert.

Die Regelung der Luftzufuhr erfolgt durch Regelung der Luftklappe an der Lufteintrittsöffnung an der Brennervorderseite über den Schaltkasten.

.

3 Hinweisschilder

IHP 07

Im vollen Sichtbereich des auf dem Pilotensitz befindlichen Piloten:

Dieses Flugzeug darf nur in Übereinstimmung mit dem RAI anerkannten Flight Manual Partenavia P 68 B Victor und dem von Austro Control anerkannten Anhang zum Partenavia P 68 B Flight Manual für Hagelabwehrflüge, betrieben werden.

Achtung: Starten und Laufenlassen des Triebwerks und/oder Betätigung der AGJ-Zündanlage bei offenem AGJ-Behälter ist nicht zulässig. Brenner nur im Fluge verwenden. Nicht mit brennender Flamme landen.

An der Stromkreissicherung für die AGJ-Anlage:

AGJ-Anlage, 10 A

Am Schalter für die elektrische Steuerung der AGJ-Anlage am Instrumentenbrett:

AGJ-Anlage AUS/EIN

An den Schaltern am Schaltkasten:

AGJ-Brenner Zündung links bzw. rechts,	AUS / EIN
AGJ-Ventil links bzw. Rechts,	AUF / ZU
Brenner-Luftklappe links bzw. rechts	AUF – ZU mit Pfeil
Manuelle Zündung links bzw. rechts,	drücken-EIN
Automat.Zündung max.-min. mit Symbol für die Intensität	

An den AGJ Behältern:

Am AGJ-Venil: **AGJ-Brenner AUF / ZU**

Am Entlüftungsventil: **Entlüftung** **AUF / ZU**

IHP 08

Am Stickstoff-Druckventil: **N2 Druck** **AUF / ZU**

Am Niederdruckmanometer des Druckreglers der N2 Druckflasche:

AGJ-Anlage, max. 1,5 bar

Roter Radialstrich am Niederdruckmanometer: **2,0 bar**

Am Manometer des Feindruckreglers neben dem Pilotensitz links

AGJ-Anlage, max. 1,5 bar

4 Verantwortlichkeit

IHP 09

4.1 LFZ Halter/Eigentümer

“Der Eigentümer ist für die Aufrechterhaltung der Lufttüchtigkeit des LFZ verantwortlich, und er muss sicherstellen, dass Flüge nur stattfinden wenn:

9. sich das LFZ in einem lufttüchtigen Zustand befindet, und
10. Betriebs- und Notausrüstung korrekt eingebaut und betriebsbereit sind oder deutlich als nicht betriebsbereit gekennzeichnet sind, und
11. das Lufttüchtigkeitszeugnis seine Gültigkeit behält, und
12. die Instandhaltung des LFZ in Übereinstimmung mit dem genehmigten Instandhaltungsverfahren durchgeführt wird“ (Part M)

Diese Verantwortlichkeit der Aufrechterhaltung der Lufttüchtigkeit kann falls erforderlich mit vertraglicher Verpflichtung einem Unternehmen (CAMO) übergeben werden. Eine CAMO ist erforderlich, wenn das LFZ gewerblich betrieben wird.

Für den Halter gilt eine Meldepflicht von Vorfällen, welche die Sicherheit gefährden, gegenüber der Behörde (Occurrence Reporting) und gegebenenfalls gegenüber der CAMO.

4.2 Personen, welche die IH der AGJ-Anlage ausführen

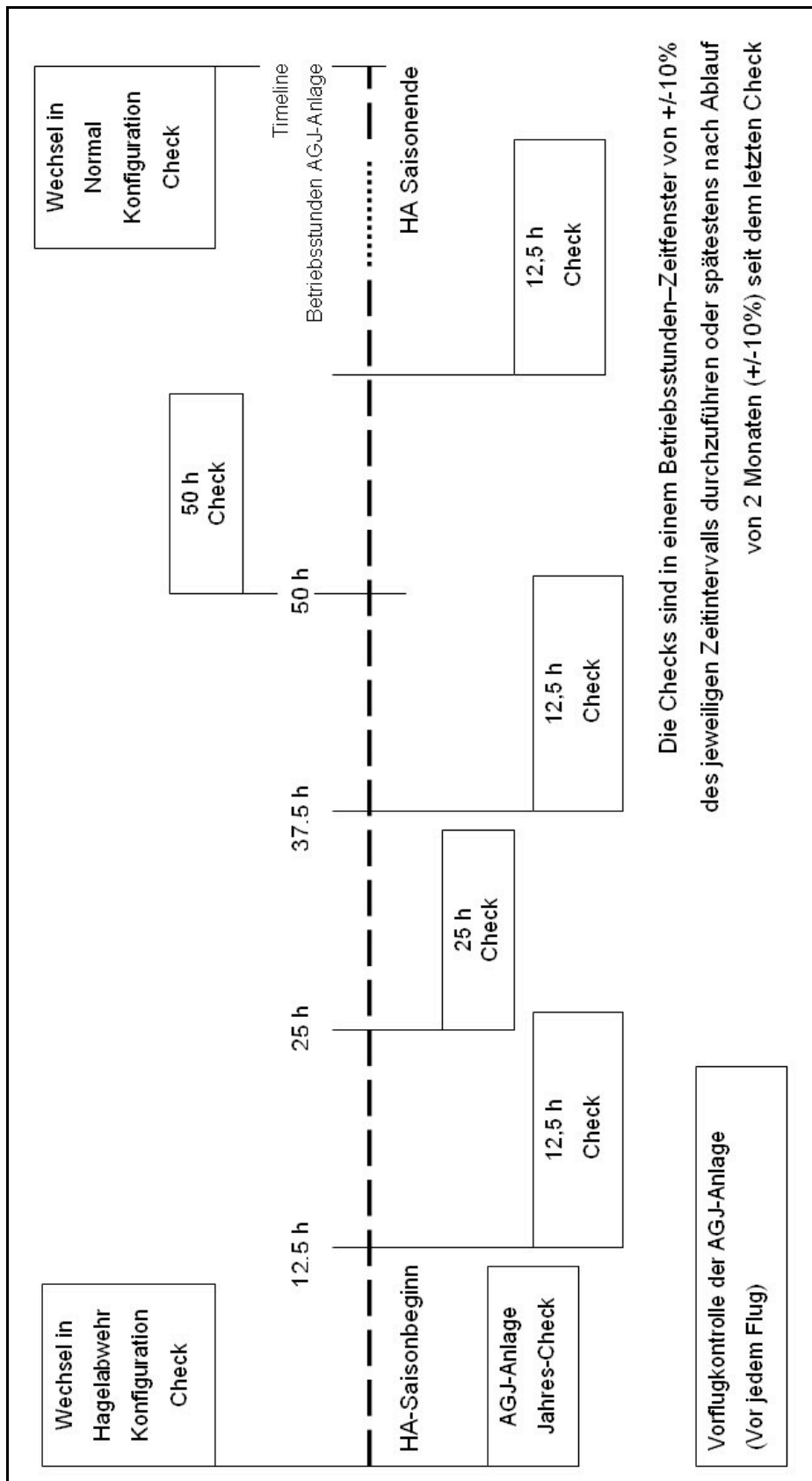
Die IH der AGJ-Anlage darf ausschließlich vom Hersteller bzw. von Personen durchgeführt werden, die entsprechend vom Hersteller oder von berechtigtem IH Personal eingeschult wurden (Berechtigungsnachweis vom Hersteller). Berechtigte Personen, die eine IH durchführen, sind für die gewissenhafte Ausführung der Tätigkeiten des genehmigten IHP verantwortlich. Berechtigte Personen haben die ausgeführten Tätigkeiten, gemäß den im IHP festgelegten Checklisten, mit ihrer Unterschrift zu bestätigen.

Der Ein- und Ausbau der AGJ-Anlage ist von einem Luftfahrzeugwart (Allgemeine Luftfahrt) zu kontrollieren und im Bordbuch zu bestätigen.

5 IFCA

IHP 10

5.1 IHP Ablaufplan



5.2 Beschreibung des IHP Ablaufplans

IHP 11

Der Jahres-Check der AGJ-Anlage ist jährlich durchzuführen und sollte vorzugsweise vor Beginn der HA-Saison stattfinden.

Die Zeitintervalle zwischen den jeweiligen Kontrollen beziehen sich auf die Betriebsstunden der AGJ-Anlage. Die Kontrollen sind in einem Betriebsstunden-Zeitfenster von +/-10% des jeweiligen Zeitintervalls durchzuführen.

Vergeht, ab Durchführung eines Checks, ein Zeitraum von 2 Monaten (+/- 10%), so ist der jeweils folgende Check auf alle Fälle durchzuführen, auch wenn die Betriebsstunden im Betriebsstunden-Zeitfenster von +/-10% des jeweiligen Zeitintervalls noch nicht erreicht wurden. So ist beispielsweise ein 12,5 h Check durchzuführen, wenn 12,5 h (+/-10%) Betriebsstunden erreicht wurden, oder 2 Monate (+/-10%) seit dem letzten Check verstrichen sind.

5.3 Checklisten

- A. AGJ-Anlage Jahres-Check
- B. Wechsel in Hagelabwehr Konfiguration Check
- C. AGJ-Anlage Einbau
- D. AGJ-Anlage Funktionskontrolle am Boden
- E. AGJ-Anlage Vorflugkontrolle*
- F. 12,5 h Check
- G. 25 h Check
- H. 50 h Check
- I. Wechsel in Normal Konfiguration Check
- J. AGJ-Anlage Ausbau
- K. AGJ-Anlage Konservierung und Lagerung

* gehört nicht zum IHP

A. Checkliste: AGJ-Anlage Jahres-Check

Seite 1 von 2

IHP 12

Gemäß dem genehmigten AFM-Supplement und der zusätzlichen Herstelleranweisung

Nr.	Task	Sign
01	Brennkammern vollständig zerlegen und alle Teile auf Abnutzung und sonstige Schäden prüfen	
02	Halterung der Brennkammern zur Befestigung am Hauptfahrwerk auf Anrisse und sonstige Schäden untersuchen (Sichtprüfung)	
03	Halterung des Zündfunktenebers kontrollieren	
04	Halterung für die Zündelectroden auf Schäden kontrollieren	
05	Zündelectroden auf Schäden kontrollieren (Risse in Keramikisolierung bzw. Länge der Electroden spitze)	
06	Verbindung Zündschuh mit Zündelectrode kontrollieren	
07	Einspritzdüse auf Schäden kontrollieren	
08	Elektrisches AGJ-Ventil an der Brennkammer auf Abnutzung und sonstige Schäden prüfen	
09	AGJ-Vorratsbehälter-Rahmenträger auf Beschädigung und Anrisse prüfen (Sichtprüfung)	
10	Halterung für die Stickstoffflasche prüfen	
11	Neuen Dichtring in Druckregler einlegen	
12	Alle Rohrleitungen (Stickstoffzufuhr, AGJ-Zufuhr) und Rohrleitungsanschlüsse auf Beschädigungen überprüfen	
13	Alle Absperrventile auf Korrosion und Gängigkeit prüfen	

Anmerkung: Alle Überprüfungen auf Risse sind mittels Sichtprüfung durchzuführen. Falls erforderlich kann eine Farbeindringprüfung durchgeführt werden.

A. Checkliste: AGJ-Anlage Jahres-Check

Seite 2 von 2

IHP 13

Nr.	Task	Sign
14	Befestigung der 2 AGJ-Vorratsbehälter am Rahmenträger auf Beschädigung und Anrisse prüfen (Sichtprüfung)	
15	Drahtseile, Drahtseilspanner mit Karabiner zur Sicherung der AGJ-Vorratsbehälter auf Beschädigung prüfen	
16	Verschweißungen der Stickstoffrohrleitung und der AGJ-Rohrleitung an den 2 AGJ-Vorratsbehältern auf Risse untersuchen (Sichtprüfung)	
17	AGJ-Vorratsbehälter innen und außen auf Korrosion und Risse prüfen (Sichtprüfung)	
18	Dichtringe der inneren AGJ-Vorratsbehälterdeckel erneuern	
19	Prüfen der elektrischen Verkabelung und Kabelverbindungen für die Stromversorgung der Zündfunktenegeber, der elektrischen AGJ-Ventile und der elektrischen Brennerluftklappenverstellung auf Beschädigung prüfen	
20	Halterung des Steuerungsschaltkasten für die AGJ-Anlage auf Risse untersuchen (Sichtprüfung)	
21	Stickstoffdruckflasche: Überprüfung nach gesetzlicher Vorschrift für Druckbehälter	
22	Druckregler: Überprüfung nach gesetzlicher Vorschrift für Druckgeräte	

Anmerkung: Alle Überprüfungen auf Risse sind mittels Sichtprüfung durchzuführen. Falls erforderlich kann eine Farbeindringprüfung durchgeführt werden.

Datum	Name	Unterschrift
Bemerkungen		

B. Checkliste: Wechsel in Hagelabwehr Konfiguration Check

IHP 14

Nr.	Task	Sign
01	AGJ-Anlage Jahres-Check (Checkliste A) von berechtigter IH Person durchgeführt	
02	AGJ-Anlage Einbau (Checkliste C)	
03	<u>Luftfahrzeugpapiere tauschen:</u> • RcofA	
	• Gewichts- und Schwerpunktangabe mit AGJ - Anlage	
04	Kontrolle des AGJ-Anlagen-Einbau durch einen Luftfahrzeugwart (Allgemeine Luftfahrt) und Bestätigung des Einbau im Bordbuch durch den Luftfahrzeugwart	
05	Durchführung eines Hagelabwehranlagen-Checkflugs von einem Hagelabwehrpiloten, zur Überprüfung der AGJ-Anlage im Flug	
06	Gegebenenfalls Verständigung der CAMO und Übermittlung folgender dokumentierter Checklisten: Checkliste B, Checkliste C	

Datum	Name	Unterschrift
Bemerkungen		

C. Checkliste: AGJ-Anlage Einbau

Seite 1 von 2

IHP 15

Nr.	Task	Sign
01	Vorhandenen Teppich im Gepäcksraum entfernen	
02	Den AGJ-Vorratsbehälter-Rahmenträger mit den darauf befestigten 2 AGJ-Vorratsbehältern in die vorgesehene Position im Gepäcksraum platzieren	
03	Die Drahtseile zur Sicherung der 2 AGJ-Vorratsbehälter und der AGJ-Vorratsbehälter-Rahmenträger sind zusammen an den Gepäcksflaschen mit den 4 dafür vorgesehenen Schrauben zu befestigen	
04	AGJ-Überlaufrohrleitungen zwischen den 2 AGJ-Vorratsbehältern und den dafür vorgesehenen Öffnungen im Luftfahrzeugboden montieren	
05	Die AGJ-Zufuhr-Rohrleitung zu den Brennkammern und die Stickstoffzufuhr-Rohrleitung für die AGJ-Vorratsbehälter an der vorgesehenen Stelle (seitlich in der Bordwand) an dem im LFZ fix eingebauten Leitungen anschließen	
06	Die 20 Liter Stickstoffflasche in der entsprechenden Haltevorrichtung des AGJ-Vorratsbehälter-Rahmenträgers montieren	
07	Den Druckregler auf die Stickstoffflasche montieren und mit der vorgesehenen Rohrleitung an die im LFZ fix eingebaute Rohrleitung (seitlich in der Bordwand) anschließen	
08	Spannen der Drahtseile zur Sicherung der AGJ-Vorratsbehälter mittels den eingebauten Spannvorrichtungen	
09	Einbau des Schaltkasten für Steuerung und Zündung der AGJ-Anlage auf der Sitzschiene hinter dem rechten Pilotensitz mit den vorgesehenen Befestigungsglaschen	
10	Anschließen der vorgesehenen elektrischen Kabel am Schaltkasten	

C. Checkliste: AGJ-Anlage Einbau

Seite 2 von 2

IHP 16

Nr.	Task	Sign
11	Die 2 Kabelstränge für die Steuerung und Zündung der Brennkammern vom Schaltkasten nach hinten durch die dafür vorgesehenen Öffnungen im LFZ Boden nach außen verlegen	
12	Die 2 Brennkammern mit den Haltetaschen an der vorgesehenen Position auf den Fahrwerksfederblättern montieren und sichern	
13	AGJ-Rohrleitungen an die Brennkammern anschließen	
14	Elektrische Verkabelung an die Brennkammern anschließen (Zündung, elektrische Ventile für AGJ-Zufuhr, elektrische Zuluftsteuerung)	
15	Kontrolle der Lufteinlassklappen im vorderen Teil der Brennkammern auf richtige Lage	
16	10 A Circuit Breaker für AGJ-Anlage einsetzen	
17	AGJ-Vorratsbehälter mit AGJ füllen	
18	Überprüfung aller Rohrleitungsanschlüsse auf festen Sitz	
19	Beschriftung der Bedienelemente auf Vorhandensein und Lesbarkeit prüfen (Kapitel 3)	
20	AGJ-Anlage Funktionskontrolle am Boden (Checkliste D)	

Datum	Name	Unterschrift
Bemerkungen		

D. Checkliste: AGJ-Anlage Funktionskontrolle am Boden

IHP 17

Nr.	Task	Sign
01	Funktion der Zündanlage bei geschlossenem AGJ-Zufuhrventil prüfen (Brenner am Boden nicht in Betrieb nehmen)	
02	Dichtheitsprüfung: Die Dichtheit des AGJ-Bereiches durch Füllen des AGJ-Vorratsbehälters und Aufbringen eines Druckes von 2,0 bar prüfen. Nach Schließen der Ventile darf der maximale Druckabfall 0,1 bar in 2 Minuten am Niederdruckmanometer betragen.	
03	Sprühtest (bei ausgeschalteter Zündanlage): Ein kurzes Öffnen der AGJ-Brennerzufuhrventile des gefüllten, unter Druck stehenden AGJ-Vorratsbehälters, führt zu einem Sprühnebel der AGJ-Lösung hinter den Brennkammern.	

Datum	Name	Unterschrift
Bemerkungen		

E. Checkliste: AGJ-Anlage Vorflugkontrolle*

IHP 18

Nr.	Task	Sign
01	Sitz der Brennkammern auf den Fahrwerksfederblättern auf festen Sitz kontrollieren	
02	Schraubenmarkierungen und Sicherungsdrähte der Schrauben der Brennkammern–Befestigung überprüfen	
03	Zünder Elektroden auf festen Sitz und richtigen Elektrodenabstand kontrollieren	
04	Verbindung der Zündverkabelung mit der Zünder Elektrode kontrollieren	
05	AGJ-Anlage Funktionskontrolle am Boden (Checkliste D)	

*gehört nicht zum IHP

Datum	Name	Unterschrift
Bemerkungen		

F. Checkliste: 12,5 h Check

IHP 19

Nr.	Task	Sign
01	Hintere und vordere Brennkammerhülle der jeweiligen Brennkammer abnehmen und verschmutzte Teile reinigen	
02	Einspritzdüse der jeweiligen Brennkammer ausbauen und reinigen	
03	AGJ–Ablagerungen in den Düsenanschlüssen entfernen und Einspritzdüsen einbauen	
04	Elektrisches AGJ-Zufuhrventil der jeweiligen Brennkammer auseinandernehmen, reinigen und zusammensetzen	
05	Zusammenbau der Brennkammer-Komponenten	
06	AGJ-Anlage Vorflugkontrolle (Checkliste E)	

Datum	Name	Unterschrift
Bemerkungen		

G. Checkliste: 25 h Check

IHP 20

Nr.	Task	Sign
01	Hintere und vordere Brennkammerhülle der jeweiligen Brennkammer abnehmen und verschmutzte Teile reinigen	
02	Einspritzdüse der jeweiligen Brennkammer ausbauen und reinigen	
03	AGJ–Ablagerungen in den Düsenanschlüssen entfernen und Einspritzdüsen einbauen	
04	Elektrisches AGJ-Zufuhrventil der jeweiligen Brennkammer auseinandernehmen, reinigen und zusammensetzen	
05	Zusammenbau der Brennkammer-Komponenten	
06	Zündelektrodenhalterung auf Risse prüfen (Sichtprüfung)	
07	<u>Folgende Komponenten auf festen Sitz kontrollieren:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Rohrleitungsanschlüsse der AGJ–Anlage • AGJ-Vorratsbehälter-Rahmenträger • 2 AGJ-Vorratsbehälter • Stickstoffflaschen(–Halterung) • Druckregler • Schaltkasten für die AGJ-Anlage 	
08	AGJ-Anlage Vorflugkontrolle (Checkliste E)	

Datum	Name	Unterschrift
Bemerkungen		

Nr.	Task	Sign
01	Hintere und vordere Brennkammerhülle der jeweiligen Brennkammer abnehmen und verschmutzte Teile reinigen	
02	Einspritzdüse der jeweiligen Brennkammer ausbauen und reinigen	
03	AGJ–Ablagerungen in den Düsenanschlüssen entfernen und Einspritzdüsen einbauen	
04	Elektrisches AGJ-Zufuhrventil der jeweiligen Brennkammer auseinandernehmen, reinigen und zusammensetzen	
05	Elektrische Anschlüsse des Zündfunktengebers, des elektrischen AGJ-Ventils und der Zuluftsteuerung der jeweiligen Brennkammer mit Kontaktspray reinigen	
06	Zusammenbau der jeweiligen Brennkammer-Komponenten	
07	Zündelektrodenhalterung auf Risse prüfen (Sichtprüfung)	
08	Zündelektroden spitze auf Abnutzung prüfen	
09	Elektrische Anschlüsse des Schaltkasten mit Kontaktspray reinigen	
10	Sichtkontrolle der elektrischen Verkabelung und der Rohrleitungen im Bereich der Öffnungen im LFZ Boden	
11	Halteung der jeweiligen Brennkammer am Fahrwerksfederblatt auf Anrisse und sonstige Schäden untersuchen (Sichtkontrolle)	
12	Die Befestigungen der 2 AGJ–Vorratsbehälter auf Risse und sonstige Schäden kontrollieren (Sichtkontrolle)	

Nr.	Task	Sign
13	Befestigung des AGJ-Vorratsbehälter-Rahmenträgers auf Risse und sonstige Schäden kontrollieren (Sichtprüfung)	
14	Drahtseile zur Sicherung der AGJ-Vorratsbehälter auf richtige Spannung prüfen	
15	Die Befestigung der Stickstoffflasche auf Risse prüfen (Sichtprüfung)	
16	<u>Folgende Komponenten auf festen Sitz kontrollieren:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Rohrleitungsanschlüsse der AGJ-Anlage • AGJ-Vorratsbehälter-Rahmenträger • 2 AGJ-Vorratsbehälter • Stickstoffflaschen(-Halterung) • Druckregler • Schaltkasten für die AGJ-Anlage 	
17	AGJ-Anlage Vorflugkontrolle (Checkliste E)	

Datum	Name	Unterschrift
Bemerkungen		

I. Checkliste: Wechsel in Normal Konfiguration Check

IHP 23

Nr.	Task	Sign
01	AGJ-Anlage Ausbau (Checkliste J)	
02	<u>Luftfahrzeugpapiere tauschen:</u>	
	<ul style="list-style-type: none"> • CofA • Gewichts- und Schwerpunktangabe ohne AGJ-Anlage 	
03	Überprüfung der Versicherung für 6 Personen an Bord	
04	Kontrolle des AGJ-Anlagen-Ausbau durch einen Luftfahrzeugwart (Allgemeine Luftfahrt) und Bestätigung des Ausbau im Bordbuch durch den Luftfahrzeugwart	
05	Gegebenenfalls Verständigung der CAMO und Übermittlung folgender dokumentierter Checklisten: Checkliste I, Checkliste J	

Datum	Name	Unterschrift
Bemerkungen		

Nr.	Task	Sign
01	Die 2 AGJ-Vorratsbehälter über die dafür vorgesehene AGJ-Rohrleitung entleeren	
02	Elektrische Verkabelung an den Brennkammern abschließen	
03	AGJ-Rohrleitungsanschluss an der jeweiligen Brennkammer lösen	
04	Die 2 Brennkammern mit den Haltetaschen von den Fahrwerksfederblättern abmontieren	
05	Die Drahtseile zur Sicherung der AGJ-Vorratsbehälter mittels den eingebauten Spannvorrichtungen lockern	
06	Druckregler mit seiner Stickstoffrohrleitung, welche mit der im LFZ fix eingebauten Stickstoffleitung verbunden ist, ausbauen	
07	Ausbau der 20 Liter Stickstoffflasche	
08	<p>Die AGJ-Zufuhrrohrleitung zu den Brennkammern und die Stickstoffzufuhrrohrleitungen für die AGJ-Vorratsbehälter an der vorgesehenen Stelle (seitlich in der Bordwand) von den im LFZ fix eingebauten Leitungen abschließen</p> <p>Achtung! Möglicher Austritt von AGJ aus der AGJ Rohrleitung! AGJ Kontakt mit Luftfahrzeug verhindern!</p>	
09	Ausbau der Überlaufrohrleitungen zwischen AGJ-Vorratsbehältern und LFZ-Boden	
10	Lösen der 4 vorgesehenen Schrauben, mit denen der AGJ-Vorratsbehälter-Rahmenträger und die Drahtseile zur Sicherung der 2 AGJ-Vorratsbehälter an den Gepäckslaschen befestigt sind	
11	Ausbau der Drahtseile zur Sicherung der AGJ-Vorratsbehälter	

Nr.	Task	Sign
12	Ausbau des AGJ-Vorratsbehälter-Rahmenträgers mit den darauf befestigten 2 AGJ-Vorratsbehältern	
13	Die 2 Kabelstränge für die Steuerung und Zündung der Brennkammern vom Schaltkasten abschließen und ausbauen	
14	Schaltkasten für die Steuerung und Zündung der AGJ-Anlage von der Stromzufuhr abschließen und ausbauen	
15	Stromversorgungskabel für den Schaltkasten abisolieren, zusammenrollen und in der rechten Rumpfsseitenabdeckung verstauen	
16	10 A Circuit Breaker der AGJ-Anlage entfernen	
17	Den Hauptschalter der AGJ-Anlage am Instrumentenbrett mit "AUSSER FUNKTION" kennzeichnen	
18	Den vorgesehen feuerfesten Teppich im Gepäckraum einbauen	

Anmerkung: Bestandteile die ständig im Luftfahrzeug eingebaut sind und den Musterzustand nicht verändern:

- AGJ-Anlage Hauptschalter am Instrumentenbrett
- Stromversorgungsanschluss, bestehend aus Circuit Breaker und Verkabelung zum Schaltkasten
- Stickstoffrohrleitungen zwischen Gepäckraum und Pilotensitz mit Druckregler
- AGJ-Rohrleitungen zwischen Gepäckraum und LFZ-Boden

Datum	Name	Unterschrift
Bemerkungen		

K. Checkliste: AGJ-Anlage Konservierung und Lagerung

IHP 26

Nr.	Task	Sign
01	AGJ-Vorratsbehälter für Lagerung vollständig entleeren	
02	Säuberung der AGJ-Anlage von jeglicher AGJ-Ablagerung	
03	Konservierung der AGJ-Anlage mit Korrosionsschutz	
04	Brennkammern für Lagerung zusammensetzen	
05	Ventile des AGJ-Vorratsbehälter schließen	

Anmerkung: AGJ-Anlage sollte in einem trockenen, geschlossenen Raum gelagert werden

Datum	Name	Unterschrift
Bemerkungen		

5.4 Gesetzliche Vorschriften für Druckbehälter

IHP 27

Gemäß dem Österr. 211. Bundesgesetz (Kesselgesetz §2, §3) gelten folgende Komponenten der AGJ-Anlage als Druckgerät:

- 2 AGJ-Vorratsbehälter (je max. Volumen 40l, max. Betriebsdruck 1,5 bar)
- Rohrleitungen aus Chrom/Nickel-Stahl (DN 6mm, max. Betriebsdruck 1,5 bar)
- Stickstoffflasche (max. Volumen 20l, max. Betriebsdruck 200 bar)
- Druckregler bzw. Druckminderventil für Stickstoffflasche (max. Betriebsdruck 200 bar)

Die Überprüfung dieser Komponenten ist nach der Rechtsvorschrift für DGÜW-V durchzuführen.

Die 2 AGJ-Vorratsbehälter und die Rohrleitungen gelten laut DGVO §8 als Druckgerät und Baugruppen mit geringem Gefahrenpotential. Die Kontrollen liegen im Verantwortungsbereich des Betreibers (DGÜW-V §5) und werden im IHP wahrgenommen (Checkliste A: Task 8,12,13,16,17; Checkliste D: Task 02).

Die wiederkehrenden Prüfungen (Prüffristen laut DGÜW-V §31) der Stickstoffflasche und des Druckminderventils sind laut DGÜW-V §4 von einer dazu berechtigten Stelle durchzuführen (Checkliste A: Task 21,22).

5.5 Vorfallskarte

Lufffahrzeug	Datum	Wer hat Vorfall erfasst	
Betriebsstunden der AGJ-Anlage	Betriebsstunden des Lufffahrzeuges	Bezeichnung des Vorfalls	
Kategorisierung des Vorfalls in AGJ-Anlagen Hauptgruppen: Zutreffendes ankreuzen			
AGJ-System	Stickstoff-System	Zünd-System	Brennkammern
Befestigungselemente			
Beschreibung des Vorfalls			
Analyse und Bewertung des Vorfalls (Sicherheit, Funktionalität und Auswirkung auf HA-Einsatz) Ratingskala 0 - 6			
Ursache des Vorfalls (Ishikawa)			
Behebung des Vorfalls			
Der Vorfall ist entsprechend der Störungsverordnung an die Behörde zu melden (Zutreffendes ankreuzen)		JA	NEIN

Anmerkungen zur Vorfallskarte

IHP 29

Anlagen Hauptgruppen:

- AGJ-System (AGJ-Vorratsbehälter, AGJ-Rohrleitungen mit Absperrventilen, Einspritzdüsen)
- Stickstoff-System (Stickstoffflasche, Druckregler, Stickstoff-Rohrleitungen mit Absperrventilen)
- Zünd-System (Stromversorgungsanschluss mit Verkabelung zum Schaltkasten und Circuit Breaker, Schaltkasten für elektrische Steuerung der AGJ-Anlage, elektrische Verkabelung für Stromversorgung der Brennkammern, Zündfunktenggeber mit Verkabelung zu den Zündelektroden, Zündelektroden)
- Brennkammern
- Befestigungselemente (Befestigung der 2 AGJ-Vorratsbehälter, AGJ-Vorratsbehälter-Rahmenträger, Stickstoffflaschen-Halterung, Brennkammer-Halterung, Schaltkasten-Halterung)

Analyse und Bewertung des Vorfalls: Ratingskala 0 – 6

Der Vorfall ist auf einer Skala von 0 bis 6 zu bewerten. Dabei bedeutet **0 = keine Auswirkung** und **6 = sehr große Auswirkung**. Die Auswirkung bezieht sich hierbei auf die drei Analysebereiche **Sicherheit, Funktionalität** und **Auswirkung auf HA-Einsatz**.

Ursache des Vorfalls: Ishikawa Diagramm

Meldung an die Behörde: Falls der Vorfall die Flugsicherheit gefährdet (Occurrence Reporting)

6 Dokumentation des IHP

IHP 30

Die bestätigten Checklisten durchgeführter Instandhaltungsarbeiten sind zu dokumentieren und aufzubewahren. Gegebenenfalls sind folgende bestätigte Checklisten an die CAMO weiterzuleiten:

B. Checkliste: Wechsel in Hagelabwehr Konfiguration Check

C. Checkliste: AGJ-Anlage Einbau

I. Checkliste: Wechsel in Normalkonfiguration Check

J. Checkliste: AGJ-Anlage Ausbau

Diese Checklisten sind im L-Akt des LFZ abzulegen.

Zu dokumentieren sind alle Überholungsarbeiten, Reparaturarbeiten, Austausch von Teilen und Fehlerbehebungen die im Zuge der geplanten Instandhaltung laut IHP erforderlich sind.

Alle ungeplanten Instandhaltungsarbeiten sind ebenfalls zu dokumentieren.

Die Dokumentation erfolgt mittels durchgeführter und bestätigter Checklisten sowie bei Vorfällen mittels Vorfallskarte (siehe Kapitel 5.5).

7 Meldesystem bei CAMO

Der Ein- und Ausbau der AGJ-Anlage, sowie der Wechsel des LFZ in die Hagelabwehrkonfiguration bzw. Normalkonfiguration ist vom Betreiber an die CAMO zu melden.

8 Überwachung

Bei der jährlichen Nachprüfung (Annual Review) des LFZ wird das Vorhandensein der durchgeführten und bestätigten Checklisten (Checklisten B, C, I und J), die im L-Akt des LFZ abzulegen sind, mit überprüft.

9 Qualitymonitoring

IHP 31

Der Hersteller betreibt eine jährliche Evaluierung der Instandhaltung und hat die Möglichkeit diese Evaluierungen in einen Revisionsprozess einfließen zu lassen (siehe Kapitel 10).

10 Vorgehen bei Revisionen

Der Hersteller führt eine jährliche Evaluation der dokumentierten IHP Checklisten der beschriebenen Vorfälle (Vorfallskarte) durch. Falls es notwendig ist, Intervalle, Checks oder sonstige Änderungen im IHP vorzunehmen, hat der Hersteller die Möglichkeit, solche Änderungen in einer Revision des IHPs durchzuführen. Die relevanten Seiten des IHPs sind auszutauschen, wobei geänderte Inhalte mit einem schwarzen Balken seitlich zu markieren sind. Eine Revision ist mit entsprechender Revisionsnummer, dem Revisionsdatum, einer kurzen Beschreibung der Revision und den betroffenen Seiten im Kapitel I (Übersicht der Revisionen) einzutragen und vom Hersteller zu bestätigen. Des Weiteren ist die Übersicht der gültigen Seiten (Kapitel II) zu aktualisieren und von der Behörde bestätigen zu lassen. Durchgeführte Revisionen sind gegebenenfalls der CAMO weiterzuleiten.

11 Berechtigtes IH Personal

Folgende Personen sind berechtigt, eine IH der AGJ-Anlage laut IHP durchzuführen:

- KR Golob Walter (Hersteller)
- Schönberg Karl (vom Hersteller eingeschulte Person)
- DI Schönberg Andreas (vom Hersteller eingeschulte Person)

12 Abkürzungsverzeichnis

IHP 32

AFM	Aircraft Flight Manual
AGJ	Silberjodid
CAMO	Continued Airworthiness Management Organisation
CofA	Certificate of Airworthiness
DGÜW-V	Druckgeräte Überwachungsverordnung
DGVO	Druckgeräte Verordnung
DN	Nennweite
HA	Hagelabwehr
IFCA	Instruction For Continued Airworthiness
IH	Instandhaltung
IHP	Instandhaltungsprogramm
L-Akt	Lebenslaufakt
LFZ	Luftfahrzeug
N2	Stickstoff
RcofA	Restricted Certificate of Airworthiness

