Seminarthema: Information

Ist die Voice in der General Aviation noch zeitgemäss?

Maturaarbeit

verfasst bei

Tobias Fuhrer

Elia Reidy

Kollegium Sankt Michael
Rue St-Pierre-Canisius 10
1700 Freiburg
März 2022

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung **4**

2 Leitfrage, Hypothesen und methodisches Vorgehen **5**
2.1 Leitfrage 5
2.2 Hypothesen 5
2.3 Methodisches Vorgehen 5

3 Hauptteil **6**
3.1 Geschichte der Funkkommunikation 6
3.1.1 Entwicklung der Organisation des Flugverkehrs 6
3.1.2 Herkunft und Bedeutung des Buchstabieralphabets 7
3.2 Funktionsweise der Voice Funksprache 10
3.2.1 Zweck der Organisation des Flugverkehrs durch Funk 10
3.2.2 Verschiedene Arten von Funkwellen 10
3.2.3 Beispiel der Funkkommunikation im Alltag 10
3.2.4 Das Sicherheitselement „Buchstabieralphabet“ 12
3.3 Flugunfall auf Teneriffa - die grösste Katastrophe in der Geschichte der zivilen Luftfahrt 13
3.3.1 Unfallhergang 13
3.3.2 Beziehung zur Leitfrage 15
3.4 Sicht eines Piloten und eines Fluglotsen zur Thematik 16
3.5 Alternativen zur Voice Funksprache 17
3.6 Umfrage Resultate 19
3.6.1 Beherrschen der Voice 19
3.6.2 Beanspruchung der mentalen Leistungsfähigkeit während des Funkens 21
3.6.3 Emotionale Beurteilung der Zusammenarbeit mit dem Fluglotsen 22
3.6.4 Grundsätzliches Umfliegen von kontrollierten Lufträumen 24
3.6.5 Präferenz für eine deutschsprachige Voice Funkssprache 26
3.6.6 Ist die Voice noch zeitgemäss? 28

4 Diskussion **30**
4.1 Beantwortung der Hypothesen 30
4.1.1 Beantwortung Hypothese 1: Funken ist aus technischer Sicht in der General Aviation nicht mehr zeitgemäss 30
4.1.2 Beantwortung der Hypothese 2: Die Verwendung der Voice ist für Schweizer General Aviation Piloten eine erhebliche Zusatzbelastung, welche zu negativen Konsequenzen führen kann. 30

5 Quellenverzeichnis **32**

Literatur **32**

6 Anhang **34**
6.1 Aufzeichnung Interview mit Roland Bieri 34
6.2 Aufzeichnung Interview mit Vital Anken 39
6.3 Deklaration 42

1 Einleitung

Gemäss einer Auswertung der U.S. National Aeronautics and Space Administration (NASA) der Datenbank des Aviation Safety Reporting System ist in 80 % der Fälle eine unkorrekte oder unvollständige Kommunikation die Hauptursache für Vorfälle bzw. Unfälle im Flugverkehr *ASRS - Aviation Safety Reporting System* [1]. Aufgrund dieser Tatsache stellt sich die Frage, ob die aktuelle Form des Informationsaustausches zwischen Pilot und Fluglotse überhaupt noch zeitgemäss ist.
Viele kennen die Funkkommunikation aus irgendwelchen alten Pilotenfilmen. Ein Pilot wird während dem Flug angefunkt, dabei hört man als Laie meistens nur ein Rauschen und wenn man Glück hat, vielleicht ein „Roger“ oder „Runway“. Das Erstaunliche daran ist, dass diese Funksprache bis heute noch Bestand hat und tagtäglich in den riesigen „hightech“ Flugzeugen in der Zivilluftfahrt immer noch angewendet wird. In der Fachsprache nennt man die Funksprache „Visual Flight Rules–Radiotelephony (VFR-RTF)“ oder in der fliegerischen Umgangssprache abgekürzt auch „VFR-Voice“.

Um die VFR-Voice Lizenz zu erhalten, muss man einen Kurs mit praktischem und theoretischem Teil besuchen und zum Schluss eine Prüfung ablegen. Damit auf einem Flughafen mit einem Fluglotsen per Funk kommuniziert werden kann, ist die Radiotelefonielizenz eine zwingende Voraussetzung. Da ich Mitglied der Segelflugruppe Belp bin und jeweils auf dem Flugplatz Belpmoos starte und lande, musste auch ich VFR-Voice Lizenz erwerben. Dazu musste ich den englischsprachigen Radiotelefoniekurs besuchen und die vom Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) durchgeführte eidgenössische Praxis- und Theorieprüfung erfolgreich absolvieren. Mir fiel dieser Kurs ziemlich leicht. Jedoch hörte ich von vielen, insbesondere von den etwas älteren Piloten, dass ihnen diese Ausbildung aufgrund mangelnder Englischkenntnisse erhebliche Probleme bereitet hat. Auch im täglichen Funkkontakt beim Fliegen habe ich schon öfters bemerkt, dass in der Kommunikation mit Freizeitpiloten bei der Anwendung der VFR-Voice Fehler und Missverständnisse entstehen.

Es ist faszinierend, wie die VFR-Voice sogenannte Sicherheitsfaktoren eingebaut hat, die theoretisch einen Absturz durch ein Missverständnis über Funk basiert verunmöglichen sollte *Pilot-Controller Communications* [2]. Trotz der zahlreichen Absicherungen ist die Funkkommunikation im Flugverkehr aber immer noch ein wesentlicher Unsicherheitsfaktor.

Für mich stellt sich deshalb die Frage, ob die traditionelle Funksprache in der Zeit der Digitalisierung überhaupt noch zeitgemäss ist. Im Rahmen meiner Maturaarbeit habe ich mich deshalb entschlossen, ich VFR-Voice etwas detaillierter zu analysieren und ihren Nutzen in der heutigen Zeit kritisch zu untersuchen.

2 Leitfrage, Hypothesen und methodisches Vorgehen

2.1 Leitfrage

In meiner Maturaarbeit gehe ich der Leitfrage nach, ob die Radiotelefonie (VFR-Voice) in der Zivilluftfahrt (General Aviation) noch zeitgemäss ist. Dies werde ich sowohl aus technischer, wie auch aus alltagspraktikabler Perspektive beleuchten. Folgende Hypothesen sollen dabei untersucht werden.

2.2 Hypothesen

Hypothese 1: Funken ist aus technischer Sicht in der General Aviation nicht mehr zeitgemäss.

Ich stelle die Hypothese auf, dass rein technisch gesehen, Funken nicht mehr zeitgemäss ist. Heutzutage ist sehr viel digitalisiert und trotzdem braucht man in der General Aviation immer noch das analoge, vielleicht sogar veraltete System der Informationsübermittlung mittels Funkwellen.

Hypothese 2: Die Verwendung der VFR-Voice ist für Schweizer General Aviation Piloten eine erhebliche Zusatzbelastung, welche zu negativen Konsequenzen führen kann.

Ich stelle die These auf, dass die Anwendung der VFR-Voice für Hobbypiloten eine erhebliche Zusatzbelastung darstellt. Die Zusatzbelastung und die Angst, Fehler beim Funken zu machen, kann dazu führen, dass Piloten, welche die VFR-Voice weniger gut beherrschen, Kontrollzonen, die eigentlich zur Sicherheit des Flugverkehrs beitragen sollten, grundsätzlich umfliegen.

2.3 Methodisches Vorgehen

Mit meiner Maturaarbeit möchte ich das aktuelle System der Funkkommunikation hinterfragen und daraus eine Antwort auf meine Leitfrage finden. Zur Beantwortung meiner Leitfrage stütze ich mich auf ein Lehrbuch für die Radiotelephonie *Pilot-Controller Communications* [2], auf das Buch *Flughäfen. Hinter den Kulissen des Luftverkehrs"* [3] , auf die Website der Skybrary *SKYbrary Aviation Safety* [4], sowie verschiedene weitere Quellen, welche im Quellenverzeichnis aufgelistet sind, gestützt.

Zusätzlich führe ich zwei Interviews durch. Einerseits befrage ich Roland Bieri. Bieri ist langjähriger Verkehrspilot im Ruhestand und aktiver Fluglehrer sowie Segelflugpilot in der Segefluggruppe Bern. Durch ihn erhalte ich die Einschätzung eines Piloten zur Fragestellung meiner Arbeit. Der zweite Interviewpartner ist Vital Anken. Vital arbeitet als Fluglotse am Militärflugplatz Meiringen und fliegt in seiner Freizeit als Schlepppilot in der Segefluggruppe Bern. Durch Vital kann ich die Sichtweise des Fluglotsen auf meine Thematik nachvollziehen.

Der Hauptteil meiner Untersuchung besteht aus einer Online-Umfrage, welche über den Verteiler des Segelflugverband Schweiz (SFVS) an die Mitglieder versendet wurde. Die Umfrage wurde mit Hilfe der Webseite (www.survio.com) erstellt und der Link *Umfrage* [5] dazu per Mail versendet. An der Umfrage haben knapp 400 Personen teilgenommen. Sie wurde sowohl auf Deutsch wie auch auf Französisch beantwortet. Der Datensatz umfasste 398 Antworten und wurde mit Hilfe von Microsoft Excel ausgewertet. Basierend auf den ausgewerteten Daten erstellte ich graphische Abbildungen.

3 Hauptteil

3.1 Geschichte der Funkkommunikation

3.1.1 Entwicklung der Organisation des Flugverkehrs

In diesem Kapitel wird aufgezeigt, weshalb man begann Informationen in der Luftfahrt zu übermitteln und wie sich die Übermittlungsart im Laufe der Zeit verändert hat.

Im Jahr 1919 wurde die International Commission for Air Navigation (ICAN) geschaffen, um generelle Verkehrsregelungen für den Flugverkehr zu entwickeln. Die ICAN entwickelte relativ einfache Regelungen, welche für das damalige Verkehrsaufkommen jedoch ausreichten. Diese Regelungen waren beispielsweise Anweisungen für Piloten nicht zu starten, solange ein Kollisionsrisiko mit einem landendem Flugzeug besteht.

Aufgrund der industriellen Fortschritte und der daraus folgenden Zunahme an Flugverkehr, reichten diese Regelungen jedoch bald nicht mehr aus. Dies war die Geburtsstunde der Flugsicherung. Flugplatzbetreiber entwickelten eine Art von Flugsicherung, welche auf Sichtzeichen basierte. Dabei standen die „Fluglotsen“ auf dem Flugfeld und schwenkten entsprechende Flaggen, um mit den Piloten zu kommunizieren. Heutzutage würde im Notfall bei einem totalen Funkausfall immer noch auf dieses manuelle System zurückgegriffen. Dies tat man zwar nicht mehr mit Flaggen, aber mit verschiedenfarbigen Lichtsignalen *Flugverkehrskontrolle* [6].

Das „Flaggensystem“ wurde bald einmal durch das Morsen ersetzt. Das Morsen basiert auf einer Trägerwelle, welche durch kürzere oder längere Pausen unterbrochen wird. Man übermittelte Informationen durch Q-Gruppen, welche als Abkürzungen für definierte Verfahren galten. Diese Q-Gruppen waren von QAA bis QNZ für die Aviatik reserviert. In der Regel hatten die Q-Gruppen eine Länge von 3 Buchstaben. Beispielsweise bedeutet QAK: „Achtung Zusammenstossgefahr!“. Das Hauptproblem bei der Informationsübertragung mit Morsen war, gemäss dem Interview mit Roland Bieri, dass man immer einen Funker an Bord brauchte, welcher die Nachrichten empfing und verarbeitete. Bis heute hat das Morsen seine Spuren in der Aviatik hinterlassen. Einzelne Q-Codes findet man noch heute. Beispielsweise steht QNH noch immer für den nach „Standard-Atmosphäre“

auf Meereshöhe reduzierten Luftdruck an der Messstation *GLOSSAR Luftdruck* [7].

Als die Möglichkeit vorhanden war Signale zu modulieren, entstand der Sprechfunk. Die ersten Sprechfunksysteme basierten auf Langwellen. Dabei war die Funkqualität bedeutend schlechter als heute. *DK5KE Morsetelegrafie - Morsen in der Kosmologie und im Flugfunk* [8], was sich heute etabliert hat, ist der Funk über Ultrakurzwellen-Frequenzen, welche auf kurze Distanz (ca. 200 Meilen) eine sehr hohe Qualität bieten. Auf grössere Distanzen, vor allem in den Regionen Asien und Afrika, braucht man immer noch Kurzwellen-Frequenzen, da man dadurch Information über grössere Distanzen versenden kann (gemäss Interview mit Roland Bieri). Bei Langwellen ist jedoch auch heute noch die Funkqualität bedeutend schlechter bis häufig sogar unverständlich *Pilot-Controller Communications* [2].

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die rudimentären Informationsarten von früher, aufgrund des technologischen Fortschritts durch modernere Verfahren ,Morsen oder Funk, abgelöst wurden. Man findet jedoch bis heute noch immer Spuren der „alten“ Form der Informationsübertragung.

3.1.2 Herkunft und Bedeutung des Buchstabieralphabets

Das folgende Kapitel handelt davon, wie man bei der Entwicklung des Buchstabieralphabets vorgegangen ist.

Um sicher und effizient über Funk zu kommunizieren, benötigt man ein standardisiertes Funk-Buchstabieralphabet. Während des Zweiten Weltkriegs hatten viele Nationen ihre eigenen Versionen eines Alphabets, welches für jeden Buchstaben ein Wort verwendet, ein sogenanntes Buchstabieralphabet. Beispielsweise führten die USA 1941 das unter dem Namen Able Baker (A -> Able und B -> Baker) bekannte Alphabet ein.

In der internationalen Aviatik wurde aber ein Buchstabieralphabet benötigt, welches den verschiedene Nationen erlaubte, miteinander zu kommunizieren. Um den Streitkräften der USA, des Vereinigten Königreichs und Australiens die Kommunikation untereinander zu ermöglichen, wurde deshalb ein neues Alphabet, namens US-UK-Buchstabieralphabet entwickelt. Während des Zweiten Weltkrieges führte das US-Militär umfangreiche Forschungen über das Buchstabieralphabet durch. Dabei bat man das Psycho-Akustik Labor der Harvard Universität, jeweils das verständlichste Wort für jeden Buchstaben zu ermitteln. Die Ergebnisse der Harvard Studie zeigten, dass viele Wörter des Able Baker Alphabets nur ein geringes Mass an Verständlichkeit aufwiesen. Aufgrund von diesen Erkenntnissen wurde das Able Baker Alphabet zugunsten der Verständlichkeit weiterentwickelt und abgeändert. So sollte sichergestellt werden, dass Wörter, die über militärische Sprechanlagen übermittelt werden, während der Kriegsführung und trotz Hintergrundlärm gut verständlich waren *The Evolution and Rationale of the ICAO (International Civil Aviation Organization) Word-Spelling Alphabet* [9].

Von 1948 bis 1949 forschte und entwickelte Jean-Paul Vinay, ein Linguistik Professor an der Universität in Montreal, im Auftrag der ICAO an der Weiterentwicklung des Buchstabieralphabets. Ein neues mögliches Wort musste dabei folgende Kriterien erfüllen:

- Das Wort muss in jeder der Arbeitssprachen (Englisch, Französisch und Spanisch) aktuell sein.
- Es muss von den Piloten aller Sprachen leicht auszusprechen sein.
- Es muss gute Funkübertragungs- und Lesbarkeitseigenschaften haben.
- Es muss zumindest in Englisch, Französisch und Spanisch eine ähnliche Schreibweise haben und der Anfangsbuchstabe muss der Buchstabe sein, den das Wort identifiziert.
- Die Wörter dürfen keine Assoziationen mit verwerflichen Bedeutungen haben.

(Zitat der Direction ICAO im Dokument der Quelle: *The Evolution and Rationale of the ICAO (International Civil Aviation Organization) Word-Spelling Alphabet* [9], S.11)

Es zeigte sich schnell, dass sich die gestellten Anforderungen nicht so einfach in die Praxis umsetzen liessen. Piloten beklagten Verwechslungen zwischen einzelnen Wörtern. Vor allem bei schlechter Empfangsqualität litt die Verständlichkeit stark. Deshalb entschied sich die ICAO 1952 das von Jean-Paul Vinay entwickelte Alphabet zu überarbeiten. Durch die Weiterentwicklung versuchte man eine bessere Effizienz zu erreichen und Wörter, welche zu Verwechslungen führten, mit unverwechselbaren Wörtern zu ersetzen.

Die neuen Wörter wurden systematisch auf Hörbarkeit, Vertrautheit, Erfassbarkeit und Abgrenzbarkeit in der Aussprache gewählt. Anhand von vielen Tests untersuchte man die Leistung der Wörter im einzelnen und im Kontext mit anderen Wörtern (Abbildung 1).

Hilfestellung zum Verstehen der Abbildung:
In diesem Abschnitt werde ich erklären wie die untenstehende Grafik zu verstehen ist. Die Spalte ganz rechts beschreibt in Prozent, wie viele Male das Wort richtig verstanden wurde (articulation value). Das Spaltentotal wird unter jeder Spalte angezeigt. Dieses Spaltentotal beziffert, wie oft ein Wort missverstanden oder mit einem anderen Wort verwechselt wurde. Die Zahlen innerhalb der Spalten A bis Z beziffern die Missverständnisse der Wörter miteinander. Z.B. Zeile Nectar, Spalte X. Die Zahl beschreibt die Anzahl Verwechslungen beider Wörter (confusability score). Die umkreisten Wörter kennzeichnen die Werte, welche einen definierten Maximalwert überschreiten. Diese Wörter wurden Trouble-Spots genannt. Hatte ein Wort viele Trouble-Spots, wusste man, dass dieses Wort für das Buchstabieralphabet ungeeignet ist. Das Ideale Wort besass einen maximalen „articulation value“ und einen minimalen „confusability score“. Mit Hilfe dieses

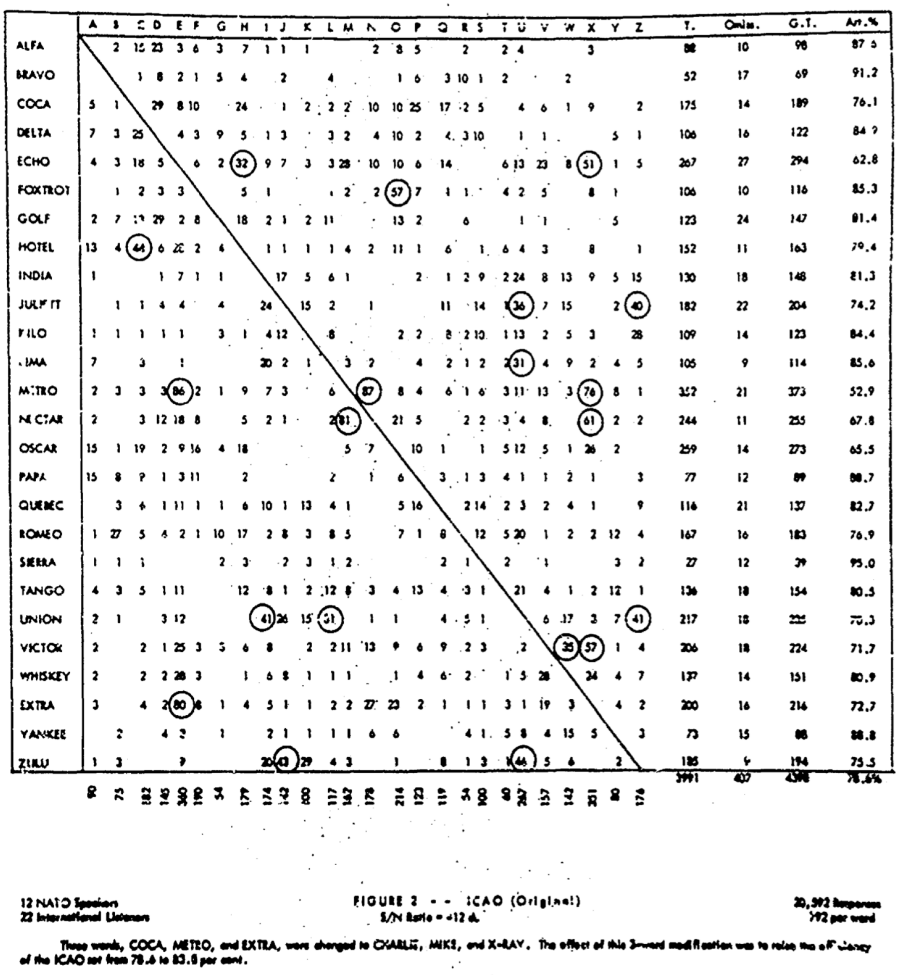

Abbildung 1: Untersuchung des Buchstabieralphabets. Bemerkung: Bei den aufgelisteten Wörtern handelt es sich noch nicht um die Endversion des Natoalphabets. (Handelt sich um ein altes Dokument -> schlechte Lesbarkeit)

Vorgehens konnten leicht auszusprechende und unverwechselbare Wörter sehr schnell gefunden und definiert werden.

Beispiel: Man untersuchte „Football“ für den Buchstaben F. Dabei zeigte „Football“ eine gering bessere Artikulation als „Foxtrot“. Jedoch wurde „Football“ bei anderen Wörtern, speziell „Hotel“ oder „Victor“ rausgehört. Obwohl „Football“ eine leicht bessere Artikulation als „Foxtrot“ bot, entschied man sich für „Foxtrot“, da der Begriff im Kontext mit anderen Wörtern eine bessere Verständlichkeit zeigte *The Evolution and Rationale of the ICAO (International Civil Aviation Organization) Word-Spelling Alphabet* [9].

Mit den 1952 gestarteten systematischen Forschungen konnte ein Meilenstein gesetzt werden, welcher die Sicherheit beim Funken im Flugverkehr massiv erhöhte. 1956 war man mit den Forschungen fertig und daraufhin führte die ICAO das neu entstande-

ne ICAO-Alphabet am 1. Januar 1957 ein. Bis jedoch die offizielle Version des ICAO-Alphabets auch umgesetzt wurden, vergingen weitere drei Jahre. Das ICAO-Alphabet hat noch bis heute bestand, was bedeutet, dass dieses Alphabet unterdessen schon seit 63 Jahren gebraucht wird *NATO phonetic alphabet* [10].

3.2 Funktionsweise der Voice Funksprache

In den folgenden Zeilen wird anhand eines Beispiels verdeutlicht, wie ein Informationsaustausch durch Funk in der Praxis abläuft. Ebenfalls werden verschiedene Faktoren vorgestellt, welche in der Theorie einen sicheren Informationsaustausch gewähren.

3.2.1 Zweck der Organisation des Flugverkehrs durch Funk

Flugverkehrsleitung, im engl. Air Traffic Control (ATC), bezeichnet die Organisation des Flugverkehrs durch einen Fluglotsen. Der primäre Zweck der Flugverkehrskontrolle ist die Staffelung von Flugzeugen, ausreichender Sicherheitsabstand zwischen den Flugzeugen einzuhalten, um Kollisionen zu vermeiden, die Organisation und Beschleunigung des Flugverkehrs, sowie die Bereitstellung von Informationen und Unterstützung der Piloten *Flugverkehrskontrolle* [6]. Die gesamte Kommunikation der Flugverkehrsleitung geschieht dabei über Funk auf Basis der VFR-Voice Funksprache.

3.2.2 Verschiedene Arten von Funkwellen

Heutzutage werden die Funksprüche in der General Aviation durch Ultrakurzwellen übertragen. Der Vorteil von ultrakurzwelligen Frequenzen ist die relativ hohe akkustische Qualität. Der Nachteil ist der begrenzte Empfangsradius. Dass eine Ultrakurzwelle ankommt, kann man theoretisch damit testen, ob man eine visuelle Linie zwischen Sender und Empfänger ziehen kann. Die Schifffahrt benutzt im Gegensatz zur General Aviation langwelligere Frequenzen, da dort die Distanzen meist grösser sind und aufgrund der Erdkrümmung die Ultrakurzwellen nicht ankommen.

3.2.3 Beispiel der Funkkommunikation im Alltag

Wenn man die Voice mit anderen Arten von Kommunikation vergleicht, ist sie wahrscheinlich rein technisch gesehen die altmodischste. Die VFR-Voice ist eine standardisierte Funksprache, deren Grundlage Englisch ist. Dies bedeutet, dass auf allen Flughäfen auf der ganzen Welt im Funkverkehr grundsätzlich genau gleich und standardisiert gefunkt wird. Die VFR-Voice enthält verschiedene Elemente, um eine maximale Sicherheit zu gewährleisten und Missverständisse auszuschliessen (Abbildung 2).

Nr.	Informationselement	Bedeutung
1	Bern Tower	Der Pilot meldet, an welchen Empfänger die Meldung gerichtet ist, in diesem Fall «Bern Tower».
2	HB-KHO	Dann funkt der Pilot, wie das Rufzeichen (HB-KHO) seines Flugzeugs lautet. Bei jeder Meldung eines Flugzeugs wird immer das Rufzeichen genannt. Dadurch kann verhindert werden, dass dem Tower eine Verwechslung von Flugzeugen, welche in der Aviatik fatale Folgen haben können, unterläuft.
3	Parking sector blue	Obwohl der Fluglotse selbst visuell mithilfe des Radars oder einem Fernstecher nach dem Flugzeug suchen könnte, wird hier die genaue Position vom Flugzeug gemeldet, um zusätzlich einer Verwechslung vorzubeugen.
4	VFR to Geneva	Angabe zu welchem Ziel und unter welchen Flugregeln, in diesem Fall VFR (Visual Flight Rules, Sichtflug), das Flugzeug hinfliegt. Damit kann sich der Fluglotse schon einmal grob einen Plan erstellen, wie er dieses Flugzeug in den Flugverkehr einbinden möchte.
5	outbound route whiskey	Angabe über welche Abflugsroute, in diesem Fall die Route «Whiskey» bzw. «W», das Flugzeug den Flughafen Bern verlassen möchte. So wird dem Fluglotsen mitgeteilt über welchen Abflugweg das Flugzeug die Kontrollzone verlassen möchte.
6	request taxi	Der Pilot erbittet mit dem Begriff «request» den Tower, sein nächstes Vorhaben, in diesem Fall «taxi» (weiterrollen auf dem Flugplatz) genehmigt sei.
7	information echo	Mit dieser letzten Teilmeldung gibt der Pilot dem Tower die erhaltene ATIS Information (Automatic Terminal Information Service) bekannt. Damit versichert der Pilot, dass er über die momentanen Platzverhältnisse (z.B. welche Piste auf dem Flugplatz in Betrieb ist) und auch über die Wetterbedingungen informiert ist.

Abbildung 2: Anhand eines alltäglichen Funkspruches wird hier beispielhaft erklärt, welche Sicherheitsfaktoren in der VFR-Funksprache zur Anwendung kommen. Situation: Funkkommunikation zwischen einem Flugzeug am Boden und dem Tower, gemäss dem Verfahren auf dem Flughafen Bern *Kursordner RTF-THEORIE* [11].

Für jedes Verfahren gibt es eine klar definierte Wortfolge. Dadurch möchte man erreichen, dass der Informationsaustausch zwischen dem Fluglotsen und dem Piloten möglichst kurz und unmissverständlich ist, da auf einer Frequenz immer nur eine Person sprechen kann. Sobald zwei Personen gleichzeitig sprechen, überlagern sich die Stimmen, wodurch der oder die Empfänger/-in nichts mehr verstehen können. In Situationen, in welchen das Frequenzband komplett ausgelastet ist, ist dies limitierend. Dies kann sogar sicherheitsrelevant werden, wenn ein Pilot versehentlich eine Frequenz blockiert und dadurch der Fluglotse den Verkehr nicht mehr organisieren kann. Um hier mehr Sicherheit zu schaffen, gibt es Notfallfrequenzen, auf welche der Fluglotse und die Verkehrsteilnehmer ausweichen könnten. (Quelle: Interview Roland Bieri)

Ein weiteres Sicherheitselement ist das „Readback“ (das wortwörtliche Zurücklesen von Anweisungen). Das „Readback“ könnte man als das Herzstück der VFR-Voice bezeichnen. Denn durch das wortwörtliche Zurücklesen kann der Fluglotse sicher gehen,

dass sein Gegenüber seine Anweisung absolut korrekt verstanden hat.

3.2.4 Das Sicherheitselement „Buchstabieralphabet“

Ein weiterer Sicherheitsfaktor ist die Verwendung des ICAO-Alphabets (Abbildung 3).

Abbildung 3: In dieser Abbildung erkennt man das Natoalphabet *Natoalphabet* [12]. Jedes Wort steht für einen Buchstaben.

Die Wörter, welche ausgewählt wurden, liegen akkustisch möglichst weit auseinander. Damit möchte man jegliche Verwechslungsgefahr zwischen Buchstaben, die akkustisch ähnlich klingen, ausschliessen. Man muss sich vorstellen, dass die Funksprüche nicht so klar verständlich sind wie ein Telefonat. Im Hintergrund ist immer ein Rauschen und Störgeräusche vorhanden. Diese können je nach Sende- und Empfangsqualität den eigentlichen Funkspruch sogar übertönen. Im untenstehenden Beispiel wird zum Beispiel von der «Route Whiskey» gesprochen. Mit Whiskey ist «W» gemeint. Würde man über Funk nur den Buchstaben «W» aussprechen, wäre dieser akustisch einfach mit dem Buchstaben «D» oder «E» zu verwechseln.

Wie man sieht, ist die Voice Funksprache sehr genau und nicht einfach aus zufälligen Elementen zusammengesetzt. Die Hauptaufgabe dieser Sprache ist, möglichst kurz

und unmissverständlich Informationen zu übermitteln. Sie enthält verschiedene Sicherheitselemente, die Missverständnisse und Verwechslungen verhindern sollen, damit die Flugverkehrskontrolle in der Kommunikation mit den Piloten eine maximale Sicherheit gewährleistet werden kann. Trotzdem werden zahlreiche Flugverkehrsunfälle auf Kommunikationsprobleme zwischen Piloten und den Lotsen zurückgeführt. Der wohl schwerste Flugunfall im Zusammenhang mit Kommunikationsproblemen soll im folgenden Kapitel dargestellt werden *Kursordner RTF-THEORIE* [11].

3.3 Flugunfall auf Teneriffa - die grösste Katastrophe in der Geschichte der zivilen Luftfahrt

Der Flugunfall von 1977 in Teneriffa gilt als der grösste Luftfahrtsunfall ohne direkte terroristische Beteiligung (Abbildung 4). Beim Unglück von Teneriffa starben 583 Personen. Nur 61 Personen überlebten das Unglück, teils schwer verletzt. Im Folgenden wird exemplarisch dargestellt, wie Missverständnisse in der Kommunikation zum folgenschweren Unfall führten.

Abbildung 4: Symbolbild für das Flugunglück in Teneriffa (Bildquelle: spiegel.de).

3.3.1 Unfallhergang

In den Unfall waren zwei Flugzeuge des Typs Boeing 747 involviert. Beide Maschinen wollten von Los Rodeos (Teneriffa) aus starten. Die Fluglotsen weisen die KLM-Maschine an, auf die Startbahn 12, bis ans Ende der Piste, zu rollen und dort eine 180 Grad Drehung zu machen (Abbildung 5). Anschliessend sollte die KLM-Maschine auf die Startfreigabe warten.
Als die KLM Maschine dabei ist am Ende der Piste eine 180 Grad Kehrung zu machen, wird die Pan Am Maschine aufgefordert ebenfalls auf die Startbahn zu rollen, diese aber gleich wieder bei der dritten Ausfahrt C3 zu verlassen. Die Crew der Pan Am Maschine hat Mühe die dritte Ausfahrt zu finden, da sie mit dem Flughafen nicht vertraut sind

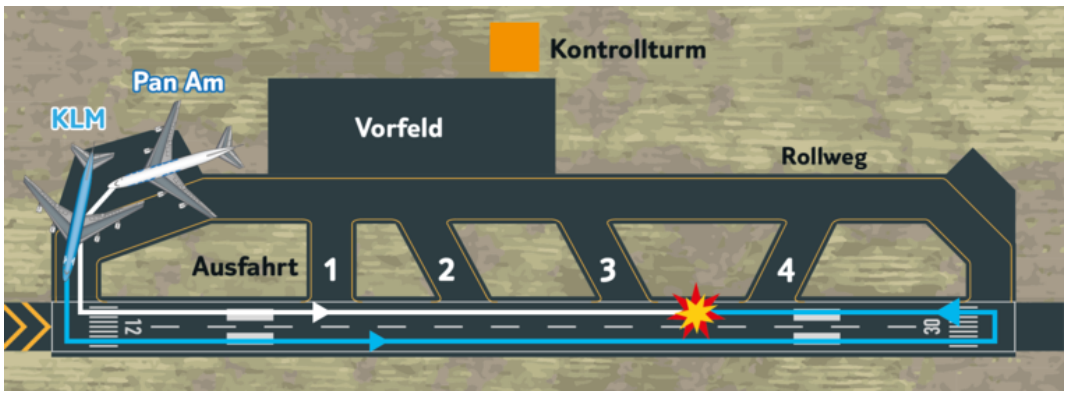

Abbildung 5: Schematische Darstellung zum Flugunfall von Teneriffa (Bildquelle: wikipedia.org)

und dichter Nebel herrscht.

Um 17:05:44 Ortszeit Funkt der KLM Co-Pilot den Tower an: *Ähm, die KLM ... vier acht null fünf ist nun startbereit und wir warten auf unsere ATC-Freigabe.* Der Co-Pilot signalisierte damit, dass er bereit zum Starten sei. Der Fluglotse antwortete darauf: *KLM vier acht null fünf, ähm, Sie haben Freigabe zum Funkfeuer Papa, steigen Sie bis und halten Sie Flugfläche neun null ... Rechtskurve nach dem Start Weiterflug Kurs null vier null bis zum Radial drei zwei fünf von Las-Palmas-Drehfunkfeuer.* Der Fluglotse gibt Anweisungen, was die KLM tun sollte, sobald sie in der Luft ist (Flugverkehrsfreigabe). Dies darf man nicht mit der einer Starterlaubnis verwechseln und genau dies war der Hauptauslöser für den Unfall. Der Co-Pilot quittiert diese Anweisung korrekt und macht danach jedoch einen folgenschweren Fehler: *Äh Verstanden, Sir, wir haben Freigabe zum Funkfeuer Papa Flugfläche neun null, Rechtskurve null vier null bis zum Anschneiden des drei zwo fünf. Wir sind jetzt am Starten.* Mit dem letzten Satz: *Wir sind jetzt am Starten*, quittiert der Co-Pilot der KLM eine Anweisung, welche er nie vom Tower erhalten hat.

Die KLM begann loszurollen, da die Besatzung dachte, dass sie eine Starterlaubnis hätten. Gleichzeitig befand sich jedoch noch die Pan Am Maschine entgegengesetzt auf der Piste. Der Fluglotse schien erstaunt über die komische Antwort des KLM Co-Piloten und antwortete nur: *OK.*

Nur ein Bruchteil einer Sekunde später, fügte der Fluglotse an: *Ok.* an die KLM hinzu *... bereithalten für den Start, ich werde Sie rufen.* Zur gleichen Zeit funkte jedoch die Pan Am Maschine den Fluglotsen an, um mitzuteilen, dass sie noch auf der Startbahn sind. *Nein ... Ähm ... Und wir, Clipper eins sieben drei sechs, rollen immer noch die Startbahn herunter.* Da der Fluglotse und die Piloten der Pan Am Maschine gleichzeitig funkten, kam es zu einem schrillen Rauschen und das Gesprochene war dadurch unverständlich. Der Fluglotse funkte die Pan Am an: *Roger, Alpha eins sieben drei sechs,*

benachrichtigen sie uns, wenn die Startbahn frei ist. Die Pan Am antwortete darauf: *OK, benachrichtigen, wenn die Startbahn frei ist. Flugzeugkatastrophe von Teneriffa* [13]. Der Flugingenieur in der startenden KLM wurde skeptisch und fragte den Kapitän, ob die Startbahn wirklich frei sei. Es war dichter Nebel, deshalb konnten sie nicht sehen, ob die Startbahn frei ist. Der Kapitän antwortete sehr selbstsicher: *Na klar!*

Da die Flugzeuge jetzt nur noch einen geringen Abstand zueinander hatten, konnten die Piloten das jeweilige andere Flugzeug erkennen und versuchten noch letzte Ausweichmanöver vorzunehmen. Die Ausweichmanöver kamen jedoch zu spät und die Flugzeuge krachten ineinander *What really caused the Tenerife Airport Disaster?* [14], *Sekunden vor dem Unglück - Flugzeugkatastrophe von Teneriffa* [15].

3.3.2 Beziehung zur Leitfrage

Im Unfallbericht der Untersuchungskommission stehen 13 Punkte, welche zum Unfall beigetragen hätten. 12 von diesen 13 Punkten spielten jedoch nur eine Nebenrolle. Ich möchte in meiner Arbeit auf den Punkt eingehen, welcher im Zusammenhang mit dem Informationsaustausch steht und in dieser Katastrophe eindeutig der Hauptverursacher war *Correction of the report on the accident involving aircraft BOEING 747 ph-buf and BOEING 747 n 736 Pa of PANAM* [16]. Im VFR-Voice wird ein Simplex-System gebraucht, was bedeutet, dass auf der gleichen Frequenz gesendet und auch empfangen wird. Der Vorteil des Symplex Systems ist, dass alle, die auf derselben Frequenz sind, alles mithören können. Der grosse Nachteil ist jedoch, sobald zwei Personen gleichzeitig sprechen, sich die Stimmen überlagern und dadurch nur noch ein Rauschen zu hören ist *Sprechfunk* [17]. Dies war ein entscheidender Punkt in der Unfallsgeschichte des Flugunfalls in Teneriffa. Im absolut schlechtesten Zeitpunkt ergab sich ein Überlagerungseffekt der Stimmen des Fluglotsen und der Stimme des Piloten der Pan Am. Somit wurde die Anweisung des Fluglotsen an die KLM: *Bereithalten für den Start, ich werde Sie rufen.* durch den gleichzeitig abgesetzten Funkspruch der Pan Am überlagert. Wäre dieser Überlagerungseffekt nicht eingetreten, hätte die Crew der KLM höchstwahrscheinlich realisiert, dass sie noch keine Starterlaubnis haben und hätten den Start abgebrochen, was das Leben von 583 Personen gerettet hätte.
Nach dem Flugunfall wurde die Begriffsfolge für die Starterlaubnis verdeutlicht. Das Simplex-System hingegen ist jedoch bis heute weltweit in der Luftfahrt, vermutlich aus Kostengründen immer noch Standard. Das heisst, es entstehen tagtäglich Überlagerungseffekte, welches ein potenzielles Risiko hervorrufen. Ich beurteile dies als sehr kritisch.

3.4 Sicht eines Piloten und eines Fluglotsen zur Thematik

Um die Hypothese 1 der Arbeit beantworten zu können, wurde jeweils ein Interview mit einem ehemaligen Berufspiloten (Roland Bieri) und einem aktiven Fluglotsen (Vital Anken) durchgeführt. Durch die beiden Experten erhielt ich zwei Sichtweisen auf die Informationsübertragung von Funk.

Antwort von Roland Bieri zur Frage, ob Funken noch zeitgemäss ist:
Ja sicher, da die meisten Flieger, um mit dem Tower zu kommunizieren, nur Funk eingebaut haben. In der Schweiz hat man zwar häufig einen Transponder. Jedoch in den anderen Ländern sind die meisten Flugzeuge der General Aviation ohne Transponder ausgerüstet. Und in diesen Ländern ist der Funk die einzige Option, um Informationen auszutauschen. In diesem Sinne ist Funken sicher noch zeitgemäss.

Antwort von Vital Anken zur Frage, ob Funken noch zeitgemäss ist:
In der General Aviation denke ich schon. Ich denke, es ist das einfachste, effizienteste und dort sehe ich nicht gerade eine sinnvolle Alternative. Im „Airline-Business“ gibt es jedoch sicher andere Alternativen.

Antwort von Roland Bieri zur Frage, wie die Zukunft der Informationsübermittlung in der General Aviation aussehen könnte:
Das Problem wird die autonome Fliegerei, z.B. Drohnen, sein. Da man mit diesen nicht mittels Funk sprechen kann. Die Drohnen müssen die Möglichkeit haben einem Flieger oder einer anderen Drohne auszuweichen. Die Drohnen müssen auf eine andere Art und zwar völlig automatisch kommunizieren. Heutzutage wäre dies ADSB. Diese System sendet ganz viele Daten, welche dann nicht nur von dem Fluglotsen verarbeitet werden, sondern auch von den anderen Fliegern. Dieses System kann man brauchen, um Kollisionen zu verhindern. Ich denke, dass man dieses System jedoch auch für die Flugführung brauchen kann. So stelle ich mir die Zukunft vor.

Antwort von Vital Anken zur Frage, wie die Zukunft der Informationsübermittlung in der General Aviation aussehen könnte:
Ich denke sicherlich, dass die „Remote-Towers“ aufkommen werden. Dies würde bedeuten, dass die Türme nicht mehr Türme, sondern nur noch Stangen mit 360 Grad Kameras. Dort würden die Fluglotsen dann in Büros vor Bildschirmen sitzen. Aber ich denke, es wird nach wie vor gefunkt werden. Von den Lufträumen her kann man sicherlich Anpassungen machen. In der Zukunft könnte man sicherlich das Flarm und das ADSB noch deutlich mehr brauchen. Dies geht aber immer sehr lange, bis man solche Verfahren anpasst. Zusammenfassend denke ich, dass es ausser des „Remote-Towers“ nicht viele Änderungen geben wird. In der General Aviation, denke ich, werden die Grundmechanismen die gleichen bleiben.

3.5 Alternativen zur Voice Funksprache

Falls Funken in der General Aviation nicht mehr zeitgemäss wäre, würde dies bedeuten, dass ein besseres, technisch fortgeschritteneres System existieren müsste. Tatsächlich bestehen verschiedene neuere technische Alternativen zur VFR-Voice Funksprache.

ADS-B

Dieses System könnte das ADS-B (Automatic Dependent Surveillance - Broadcast) sein. Das ADS-B wird momentan jedoch hauptsächlich nur in der kommerziellen Langstreckenfliegerei eingesetzt. Das ADS-B wird vorallem in abgelegen Orten, wo eine Radarabdeckung (ich spreche in diesem Kapitel immer von dem Sekundärradar) aufgrund von geografischen Verhältnissen nicht mehr möglich ist, gebraucht. Beispielsweise in der Region Hudson Bay (Kanada) ist das ADS-B aufgrund der fehlender Radarabdeckung unentbehrlich.

Beim ADS-B (out) spricht man von einem System, welches kontinuierlich (mind. 1 pro Sekunde) durch einen Datenlink ungerichtete Informationen aussendet. Diese Informationen beinhalten Position, Flugdaten, wie Flugnummer, Flugzeugtyp, Geschwindigkeit, Flughöhe und aktueller Kompasskurs. Im Gegensatz zum Radar werden Position, Flughöhe und Geschwindigkeit über Satellit durch GPS ermittelt. Die vom ADS-B ungerichtet mit einer Frequenz von 1090 MHz abgestrahlten Informationen können entweder von anderen Flugzeugen in der Luft oder von Empfängern am Boden verarbeitet werden. Die Daten werden von der Flugkontrolle verarbeitet und graphisch dargestellt. Anhand dieser Daten kann der Fluglotse den Flugverkehr organisieren und einzelne Flugzeuge separieren. Die Reichweite dieser versendeten Daten kann bis 200 Seemeilen betragen *Automatic Dependent Surveillance–Broadcast* [18].

In der Abbildung 6 sieht man, dass der Satellit Informationen bezüglich Position, Geschwindigkeit und Flughöhe zum Flugzeug schickt. Diese Informationen werden dann vom Flugzeug mit weiteren Informationen wie Flugzeugnummer, Flugdaten und aktuellen Flugweg addiert. Danach streut das Flugzeug diese Informationen. Die Informationen werden dann sowohl von anderen Flugzeugen wie auch von verschiedenen Bodenstationen empfangen.

Durch die ungerichtete Sendung von Informationen durch das ADS-B sind diese Daten für alle Verkehrsteilnehmer, welche mit diesem System ausgerüstet sind, verfügbar. Dies fürt dazu, dass Piloten ein Betriebsbild erhalten. Dazu kommt, dass das ADS-B deutlich präzisere und zeitnahere Informationen als der Radar liefert. Was zur Sicherheit beiträgt. Ebenfalls hat das ADS-B eine deutlich grössere Reichweite als der Radar. Dies bietet vor allem in den abgelegenen Regionen einen grossen Vorteil. Durch die häufigere Aktualisierung der Daten des ADS-B gegenüber dem Radar können die Flugzeuge näher beieinander fliegen. Dies führt zu einer höheren Effizienz, ohne die Sicherheit zu vernachlässigen *New Air Traffic Surveillance Technology* [19].

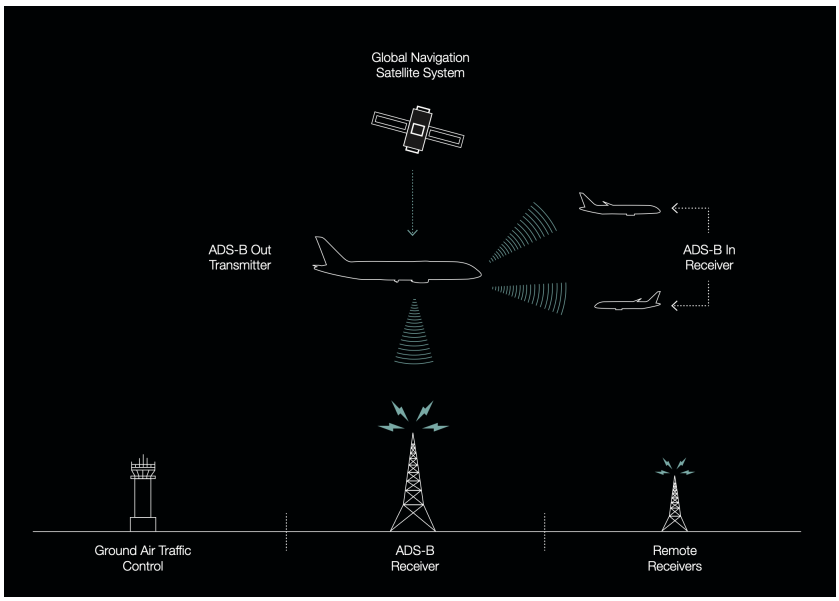

Abbildung 6: Funktionsweise des ADS-B Systems (Bildquelle: diydrones.com).

Flarm (engl. Portable Collision Avoidance System)
Unfalluntersuchungen zeigen, dass das Prinzip des „Sehen und Gesehen werden“ nicht ausreicht, um Kollision in den nicht von Fluglotsen kontrollierten Lufträumen (Klasse F und E), zu verhindern. Beispielsweise ist es nahezu unmöglich ein kreisendes Segelflugzeug, welches sich nahe unter einer Wolke befindet, zu erkennen. Ein guter Ansatz, um die Sicherheit zu erhöhen, ist das Flarm *FLARM* [20] (Abbildung 7).

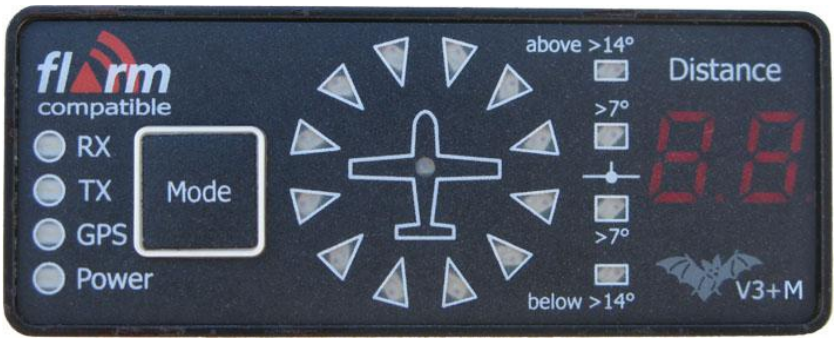

Abbildung 7: Display von einem V3+M Flarm (Bildquelle: www.air-store.eu).

Das Flarm ist ein in der Schweiz anfänglich für den Segelflug entwickeltes Kollisionswarnsystem. Es zeigt dem Piloten sowohl andere Luftfahrzeuge, aber auch Hindernisse wie Seilbahnen, Antennen und Hochspannungsleitungen an. Das System errechnet die Positionen und Flugwege aufgrund von GPS Daten und warnt die Besatzung, wenn eine gefährliche Annäherung festgestellt wird. Bei unmittelbarer Gefahr eines Zusammenstos-

ses wird ein Alarm ausgelöst, welcher potenziell gefährliche Flugzeuge optisch auf einem Display darstellt. Das System wird heute, neben den Segelflugzeugen, praktisch in allen Helikopter verwendet. Ein Vorteil ist auch, dass man das Luftfahrzeug relativ einfach mit diesem System selbst Nachrüsten kann. Das Flarm kann jedoch auch eine falsche Sicherheit erzeugen. Das Warngerät zeigt andere Verkehrsteilnehmer nur an, wenn diese auch mit einem Flarm ausgerüstet sind. Dies bedeutet, dass man trotzdem den Luftraum visuell überwachen muss *FLARM.com* [21].

Die beiden Systeme, welche ich vorgestellt habe, sind beide sehr gute Ansätze, um die Informationsübermittlung mittels Funk zu ergänzen. Die beiden Systeme reichen jedoch in ihrer momentanen Version nicht aus, um den Flugfunk in der General Aviation abzulösen. Der grosse Vorteil des ADS-B ist, dass die Informationen, welche es aussendet auch dem Fluglotsen zur Verfügung stehen. Das Flarm kann in diesem Punkt nicht mithalten, da die Daten nur von Luftfahrzeug zu Luftfahrzeug ausgetauscht werden. Der Floglotse kann dabei nicht von den Daten des Flarm's profitieren und deshalb kann das Flarm momentan die Voice auch nicht ablösen. Man muss jedoch auch sagen, dass das Flarm konstruiert wurde, um das Prinzip des „Sehen und gesehen werden " teilweise abzulösen. Ein Nachteil des ADS-B ist wiederum, dass es nicht für die General Aviation konstruiert ist. Das Flarm erkennt durch den Algorithmus im Gegensatz zum ADS-B, wenn z.B. zwei oder mehr Segelflieger zusammen kreisen und sendet deshalb keine z.B. akkustische Gefahrenmeldung aus, weil in diesem Moment keine akute Gefahr herrscht.

3.6 Umfrage Resultate

Um die Hypothese zu prüfen, ob die VFR-Voice für General Aviation Piloten eine Zusatzbelastung darstellt, die negative Konsequenzen auf die Flugsicherheit haben könnte, wurde mit Hilfe der Unterstützung des Segelflugverbands Schweiz eine Online-Umfrage durchgeführt. Die Umfrage wurde von 398 Teilnehmenden beantwortet, welches in der Mehrheit Segelflugpiloten waren. Ein Teil der Piloten hatten zusätzlich eine Motorfluglizenz. Von den Befragten waren 83 % deutsch- und 17 % französischsprachig. 52 % waren über 50 Jahre alt und nur 8 % unter 20 Jahre alt. 70 % waren nicht beruflich in der Aviatik tätig, während 25 % beruflich in der Aviatik tätig waren. 5 % der Befragten waren noch nicht berufstätig. 31 % der Teilnehmenden hatte die VFR-Voice Prüfung vor 1-5 Jahren und 43 % vor mehr als 15 Jahren abgelegt.

3.6.1 Beherrschen der Voice

Auf die Frage, wie gut die befragten Piloten sich selber in Bezug auf das Beherrschen der VFR-Voice einschätzten, fanden sich kaum Unterschiede zwischen den verschiedenen Altersgruppen. Der Durchschnitt belief sich von 6.9 bei den 51-65 Jährigen bis maximal 7.2 bei den unter 20 Jährigen (Abbildung 8).
Grössere Unterschiede konnten festgestellt werden, wenn die Angaben nach der Berufstätigkeit ausgewertet wurden. Piloten, welche angaben beruflich in der Aviatik tätig zu

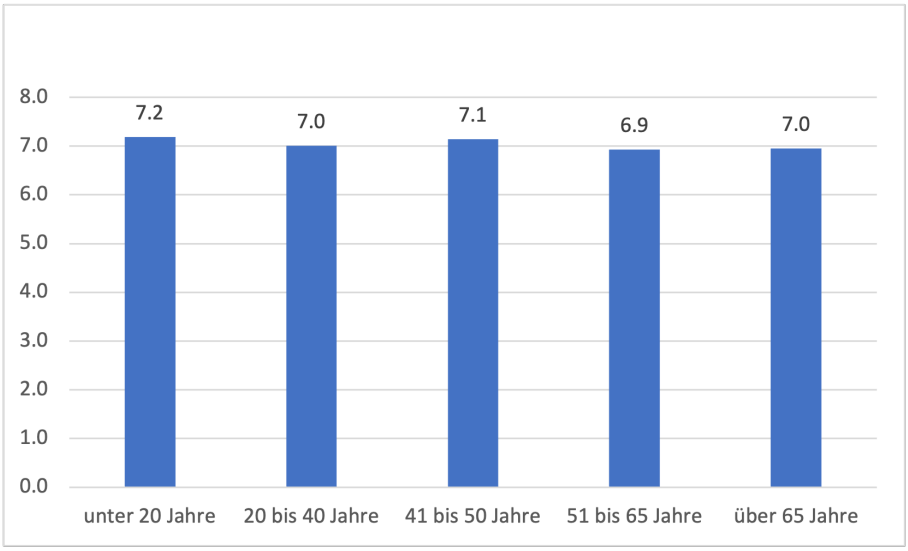

Abbildung 8: Das Beherrschen der VFR-Voice relativ zum Alter der befragten Piloten. 10 bedeutet sehr gutes Beherrschen der VFR-Voice, 1 bedeutet sehr schlechtes Beherrschen der VFR-Voice.

sein, schätzten ihr Beherrschen der VFR-Voice im Mittel als 7.0 auf einer Skala mit dem Maximalwert 10 ein. Personen, welche beruflich nicht in der Aviatik tätig sind, schätzten ihr Beherrschen der VFR-Voice mit einem Wert von 6.2 ein (Abbildung 9).

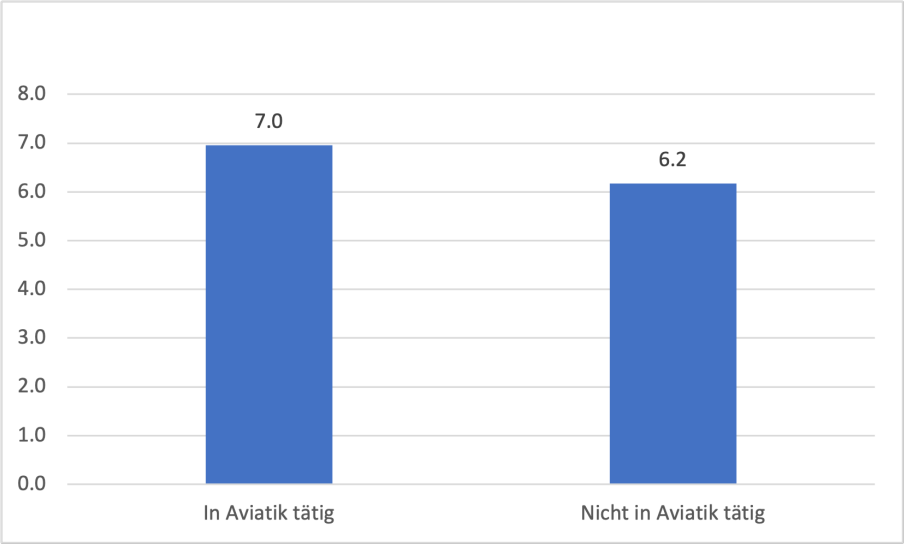

Abbildung 9: Das Beherrschen der VFR-Voice in Abhängigkeit davon, ob eine Person berufstätig in der Aviatik ist. 10 bedeutet sehr gutes Beherrschen der VFR-Voice, 1 bedeutet sehr schlechtes Beherrschen der VFR-Voice

.

3.6.2 Beanspruchung der mentalen Leistungsfähigkeit während des Funkens

Auf die Frage, wie stark die mentale Leistungsfähigkeit während dem Funken beansprucht wird, geben Personen, welche unter 20 Jahre alt sind, an mental während dem Funken am stärksten beansprucht zu sein (5.2 von 10; Abbildung 10). Personen, welche zwischen 20 und 40 Jahre alt sind, fühlen sich während dem Funken etwas weniger beansprucht. Personen der Altersklasse zwischen 51 und 65 Jahren fühlen sich wieder leicht mehr beansprucht (5.1/10). Am wenigsten beansprucht fühlen sich Personen der Altersklasse über 65 Jahre (4.2/10). Die Unterschiede zwischen den einzelnen Klassen sind allerdings eher gering.

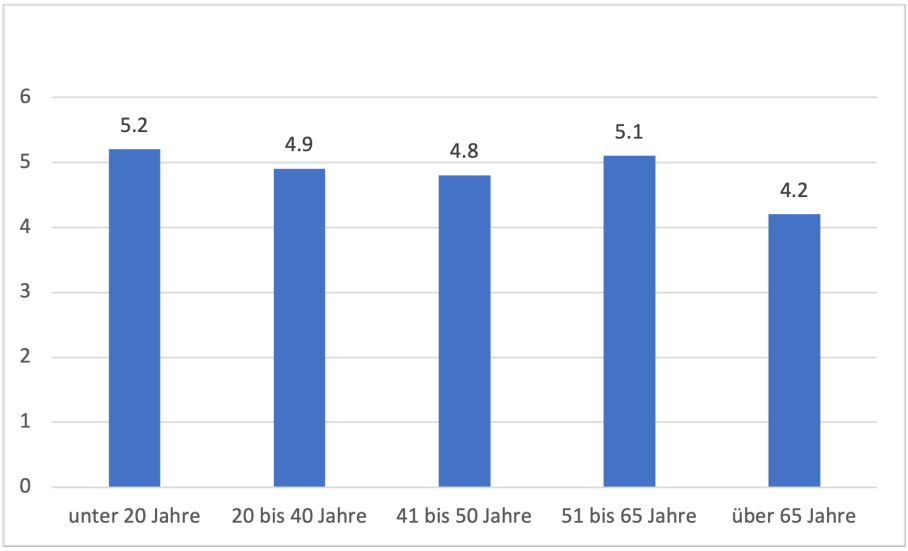

Abbildung 10: Beanspruchung der mentalen Leistungsfähigkeit während dem Funken verschiedener Altersgruppen. 10 bedeutet sehr hohe mentale Beanspruchung, 1 bedeutet sehr geringe mentale Beanspruchung.

Deutliche Unterschiede in der mentalen Beanspruchung ergeben sich zwischen beruflich in der Aviatik tätigen Personen bzw. solchen, die nicht in der Aviatik tätig sind. In der Aviatik tätige Personen fühlen sich während dem Funken deutlich weniger stark beansprucht, als Personen die nicht in der Aviatik tätig sind (Abbildung 11).

Deutliche Unterschiede werden auch ersichtlich, wenn die mentale Beanspruchung durch das Funken ins Verhältnis der jährlichen Flugstunden gesetzt wird (Abbildung 12). Je mehr Piloten pro Jahr als PIC (Pilot In Command) fliegen, desto geringer wird die mentale Belastung durch das Funken eingeschätzt.

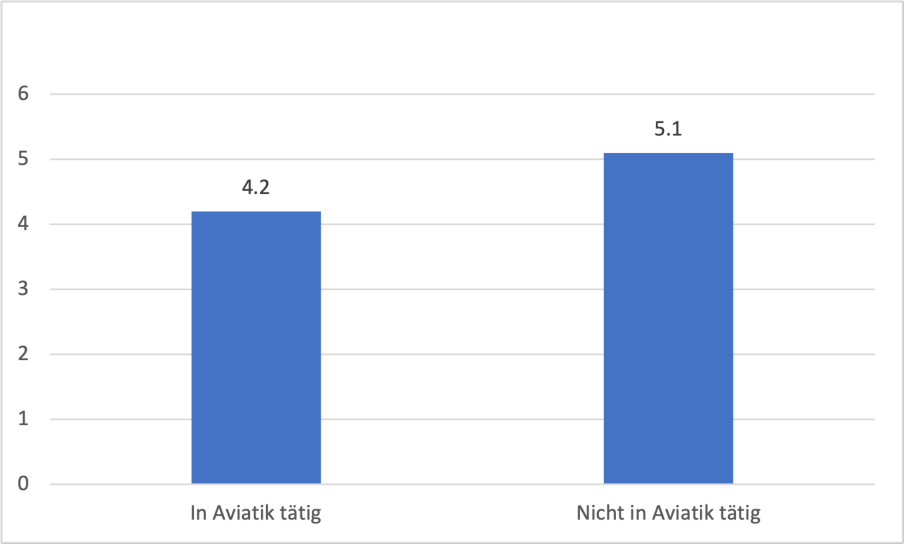

Abbildung 11: Beanspruchung der mentalen Leistungsfähigkeit während dem Funken in Abhängigkeit, ob die Person beruflich in der Aviatik tätig ist. 10 bedeutet sehr hohe mentale Beanspruchung, 1 bedeutet sehr geringe mentale Beanspruchung.

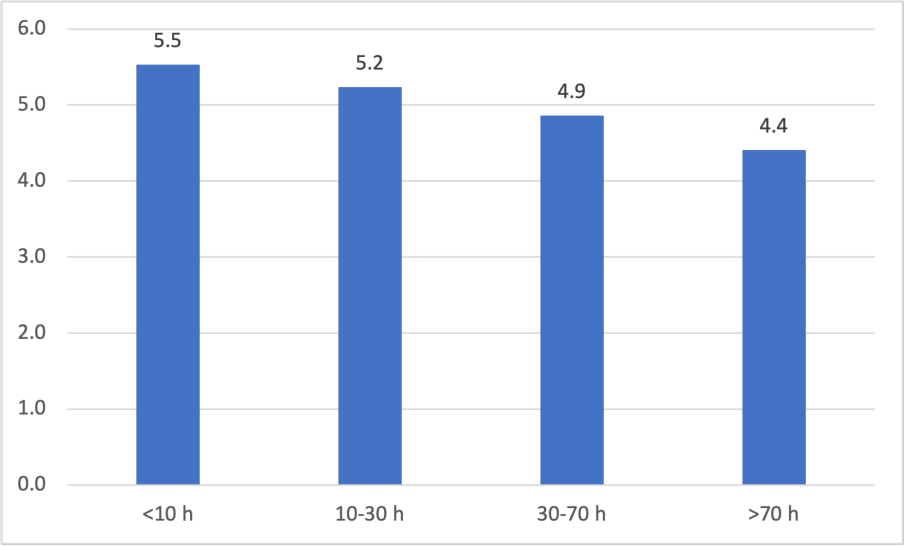

Abbildung 12: Beanspruchung der mentalen Leistungsfähigkeit während dem Funken relativ zu den durchschnittlich PIC (Pilot In Command) geflogenen Stunden pro Jahr. 10 bedeutet sehr hohe mentale Beanspruchung, 1 bedeutet sehr geringe mentale Beanspruchung.

3.6.3 Emotionale Beurteilung der Zusammenarbeit mit dem Fluglotsen

Während der Zusammenarbeit mit dem Fluglotsen fühlen sich 22 % bzw. 38 % der Befragten sicherer und unterstützt (Abbildung 13). Jedoch empfinden 40 % der Befragten

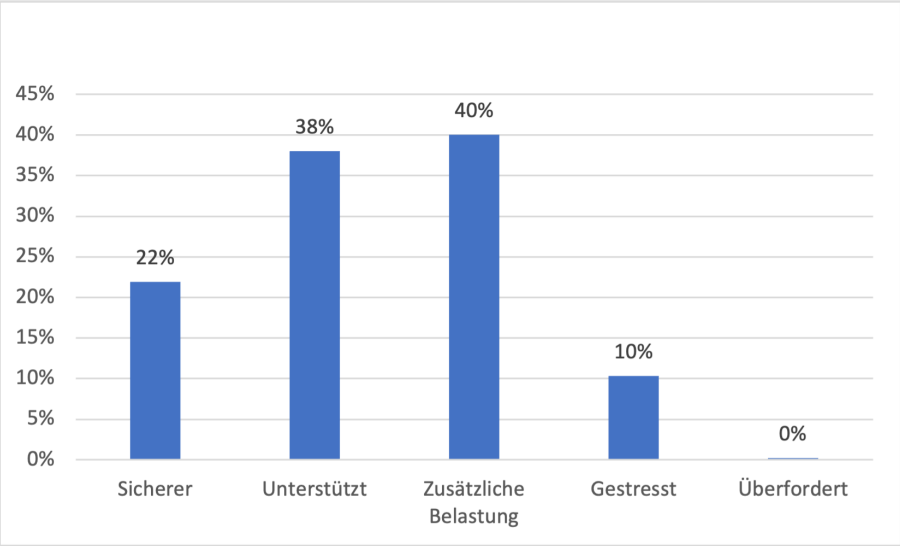

Abbildung 13: Emotionale Einschätzung der Befragten zum Funkkontakt mit Fluglotsen. Mehrere Antworten möglich.

den Informationsaustausch mit dem Fluglotsen auch als eine zusätzliche Belastung. Gar 10 % gaben an gestresst zu sein. Deutliche Unterschiede treten auch auf, wenn zwischen beruflich in der Aviatik tätigen Personen und nicht in der Aviatik tätigen unterschieden wird (Abbildung 14).

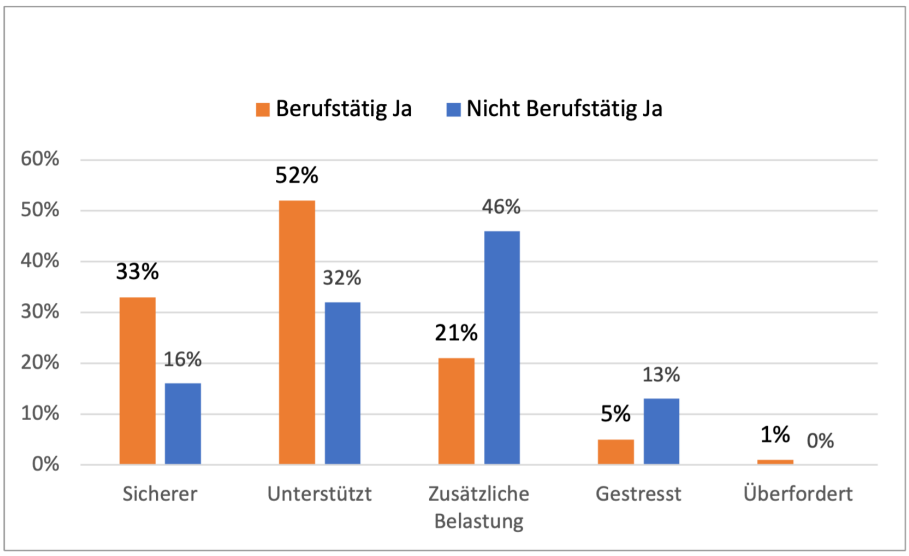

Abbildung 14: Emotionale Einschätzung der Befragten zum Funkkontakt mit Fluglotsen. Personen konnten jeweils mehrere Emotionen angeben. Es wird unterschieden, ob die Person in der Aviatik berufstätig ist oder nicht. Mehrere Antworten möglich.

Im Allgemeinen empfinden Personen, welche beruflich nicht in der Aviatik tätig sind,

die Zusammenarbeit mit den Fluglotsen als weniger gut, als Personen, welche beruflich in der Aviatik tätig sind. Zum Beispiel ist der Anteil der Personen, welche sich während der Zusammenarbeit mit den Fluglotsen gestresst fühlen, mehr als doppelt so hoch, wie bei den Personen, welche beruflich in der Aviatik tätig sind.

3.6.4 Grundsätzliches Umfliegen von kontrollierten Lufträumen

Auf die Frage zur Bereitschaft durch Fluglotsen kontrollierte Lufträume zu umfliegen, falls sich ein Flug(um)weg anbietet, scheinen die Alterklassen unter 20 Jahre, 20 bis 40 Jahre bzw. 41-50 Jahre eher gewillt zu sein, einen Luftraum zu umfliegen als die zwei älteren Altersklassen (Abbildung 15).

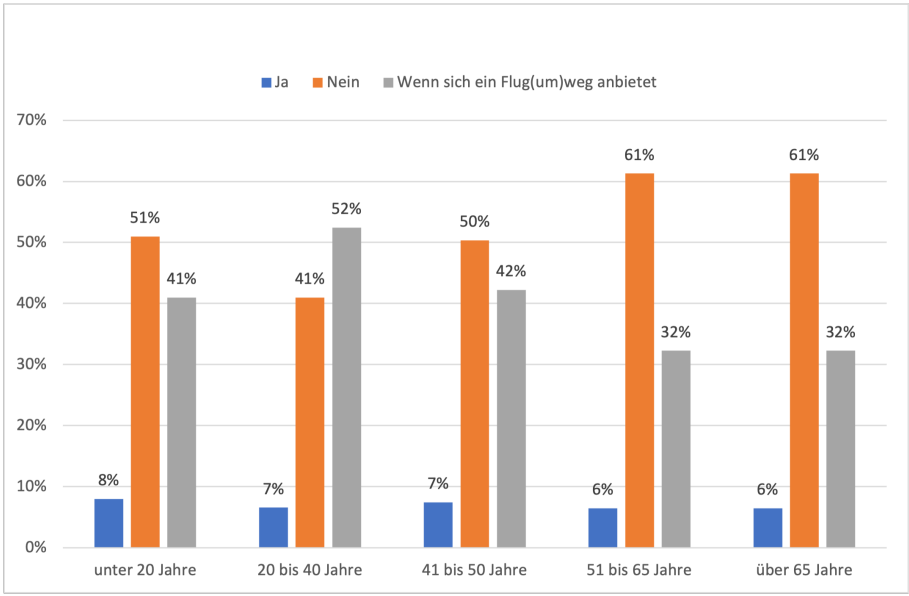

Abbildung 15: Bereitschaft der Befragten zum Umfliegen von durch Fluglotsen kontrollierter Lufträume in Abhängigkeit von verschiedenen Altersklassen.

Bei den Personen, welche nicht in der Aviatik berufstätig sind, gaben 8 % an, dass sie kontrollierte Lufträume grundsätzlich umfliegen und 50 % einen Umweg bevorzugen, um den kontrollierten Luftraum zu umfliegen (Abbildung 16). Von den Personen, welche im Jahr durchschnittlich weniger als 10 Stunden fliegen, gaben 27 %, dass sie kontrollierte Lufträume grundsätzlich umfliegen. 47 % bevorzugen einen Umweg um den kontrollierten Luftraum (Abbildung 17).

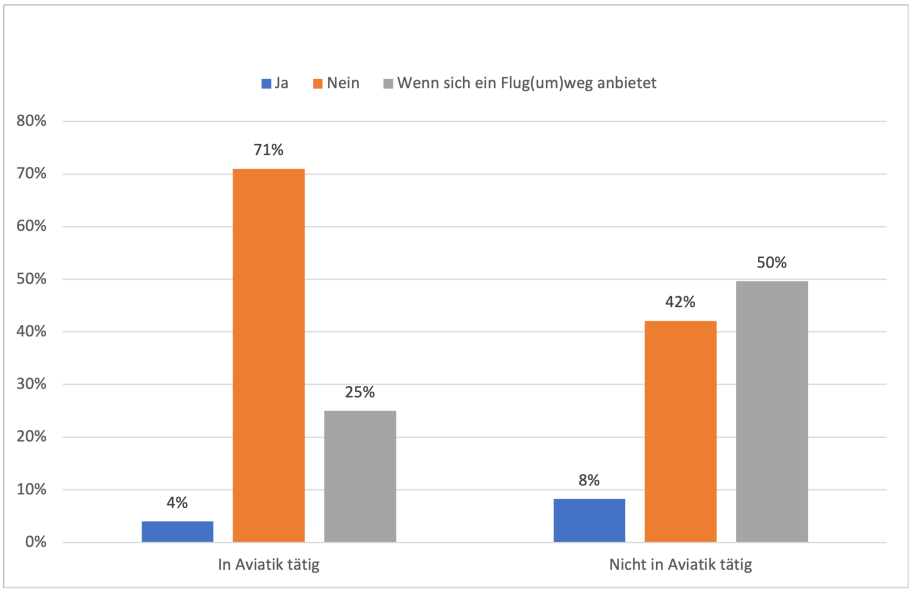

Abbildung 16: Bereitschaft der Befragten zum Umfliegen von durch Fluglotsen kontrollierter Lufträume in Abhängigkeit ob die Personen beruflich in der Aviatik beruflich tätig ist oder nicht.

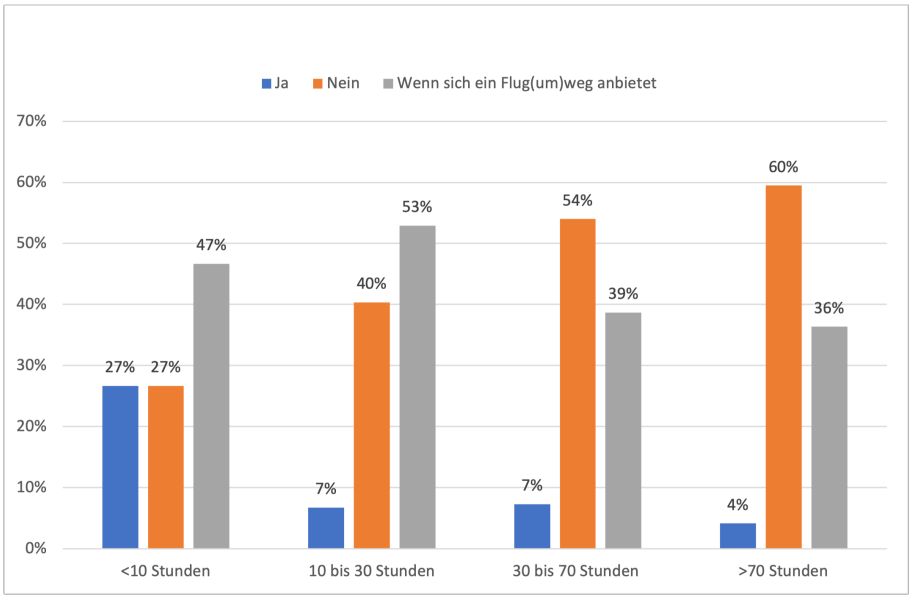

Abbildung 17: Bereitschaft der Befragten zum Umfliegen von durch Fluglotsen kontrollierter Lufträume in Abhängigkeit der durchschnittlichen Flugzeit pro Jahr.

3.6.5 Präferenz für eine deutschsprachige Voice Funkssprache

Um zu untersuchen, wie stark die Fremdsprache „Englisch“ als Hemmnis wirkt, wurden die Teilnehmer/-innen befragt, ob sie eine auf Deutsch gehaltene VFR-Voice Funkssprache gegenüber einer Englischen bevorzugen würden. Es ist deutlich zu erkennen, dass mit dem zunehmenden Alter der Anteil der Piloten, welche sich eine deutschsprachige Voice wünschen würden, zunimmt (Abbildung 18).

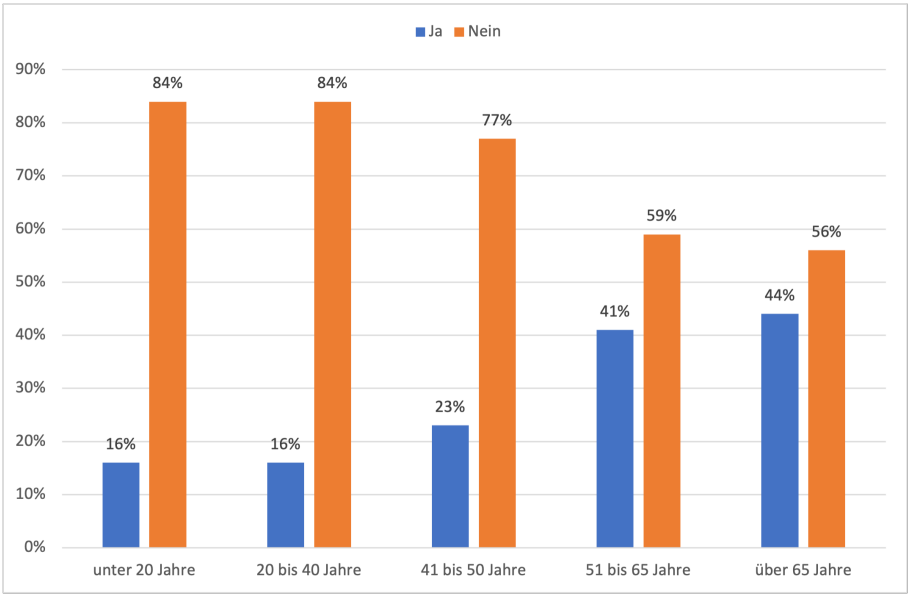

Abbildung 18: Angabe, ob eine deutschsprachige VFR-Voice gegenüber einer englischsprachigen bevorzugt würde.

Kein klares Bild in Bezug auf die Präferenz einer deutschsprachigen VFR-Voice ergab sich in Abhängigkeit der jährlichen Flugstunden. In den Gruppen von 10-30 bzw. 30-70 Stunden war die Präferenz für eine deutschsprachigen VFR-Voice geringfügig höher als in den beiden anderen Gruppen (Abbildung 19).

Bei den Personen, welche beruflich nicht in der Aviatik tätig sind, gaben 34 % an, dass sie eine deutschsprachige Voice befürworten würden. Dies sind 13 % mehr als bei den Personen, welche beruflich in der Aviatik tätig sind (Abbildung 20).

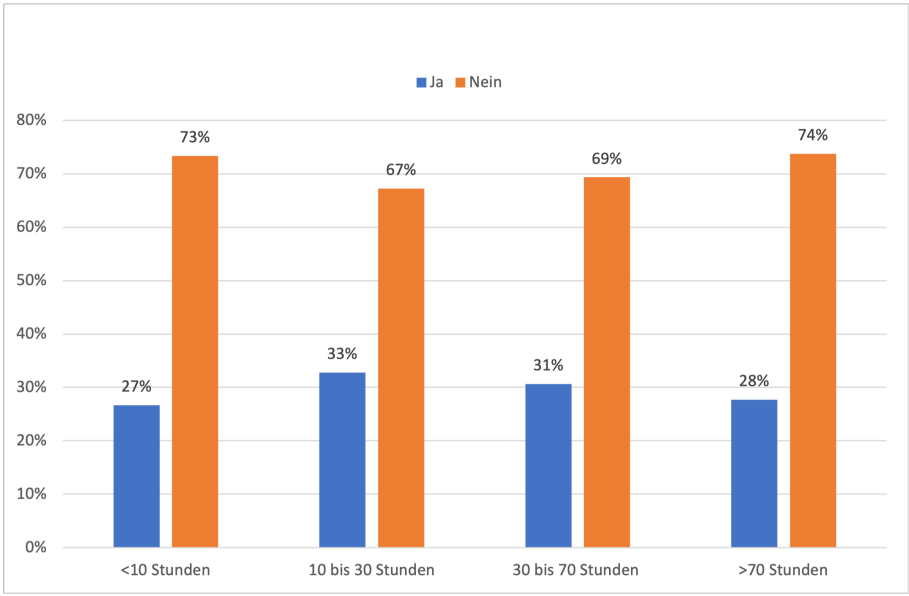

Abbildung 19: Angabe, ob eine deutschsprachige VFR-Voice gegenüber einer englischsprachigen Voice bevorzugt würde in Abhängigkeit der durchschnittlich pro Jahr geflogenen Flugstunden.

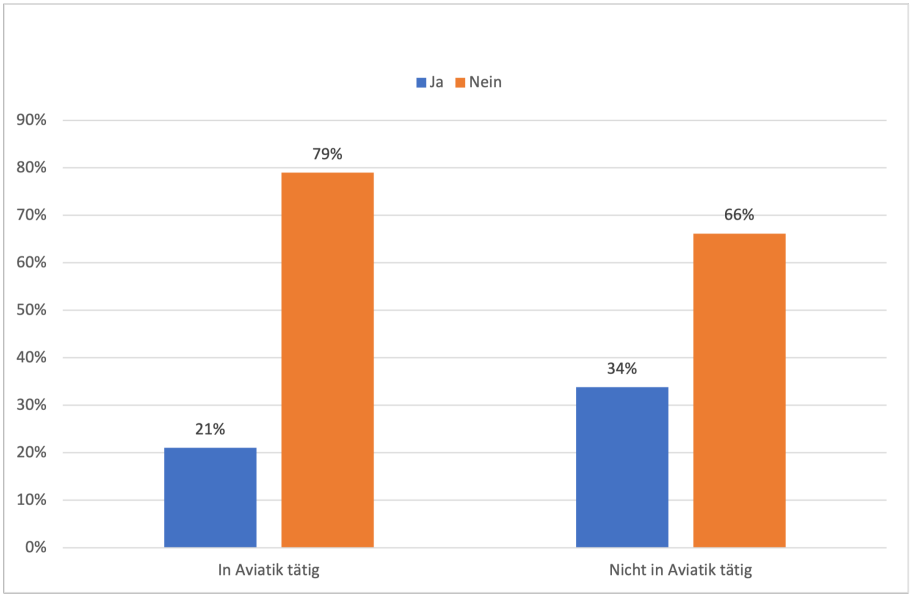

Abbildung 20: Angabe, ob eine deutschsprachige VFR-Voice gegenüber einer englischsprachigen bevorzugt würde in Abhängigkeit, ob die Person beruflich in der Aviatik tätig ist oder nicht.

3.6.6 Ist die Voice noch zeitgemäss?

In einer letzten Frage wurden die Teilnehmenden direkt befragt, ob sie die VFR-Voice noch als zeitgemäss beurteilen. Die Werte gehen im Allgemeinen weniger weit auseinander als bei den vorangegangenen Fragen (Abbildung 21). Im Mittel über alle Befragten beurteilt rund ein Fünftel die VFR-Voice als nicht mehr zeitgemäss. Die Personengruppe, die zwischen 41 und 50 Jahre alt sind, beurteilt die VFR-Voice mit dem geringsten Nein-Anteil von 18 %.

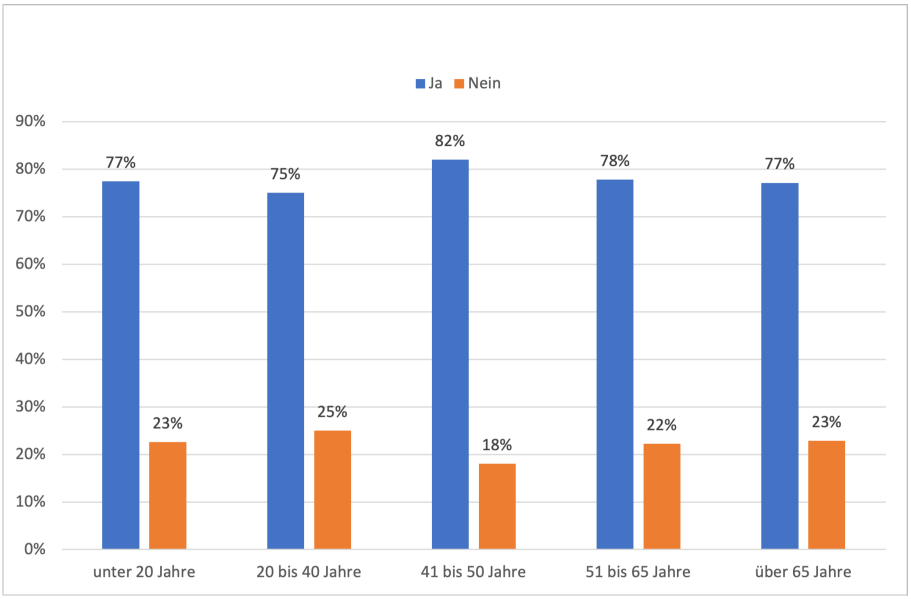

Abbildung 21: Anteil der befragten Personen welche auf die Frage, ob die VFR-Voice noch zeitgemäss ist mit „Ja“ bzw. „Nein“ geantwortet haben in Abhängigkeit des Alters.

Der Anteil der Personen, welche jährlich unter 10 Stunden fliegen und die VFR-Voice nicht mehr als zeitgemäss betrachten, ist mit 33 % markant höher als bei den Personen, welche jährlich mehr als 10 Flugstunden geflogen sind (Abbildung 22).

Von den Personen, welche beruflich in der Aviatik tätig sind, finden rund 82 %, dass die VFR-Voice noch zeitgemäss ist. Bei Personen, die nicht in der Aviatik tätig sind, sind dies nur 76 % (Abbildung 23).

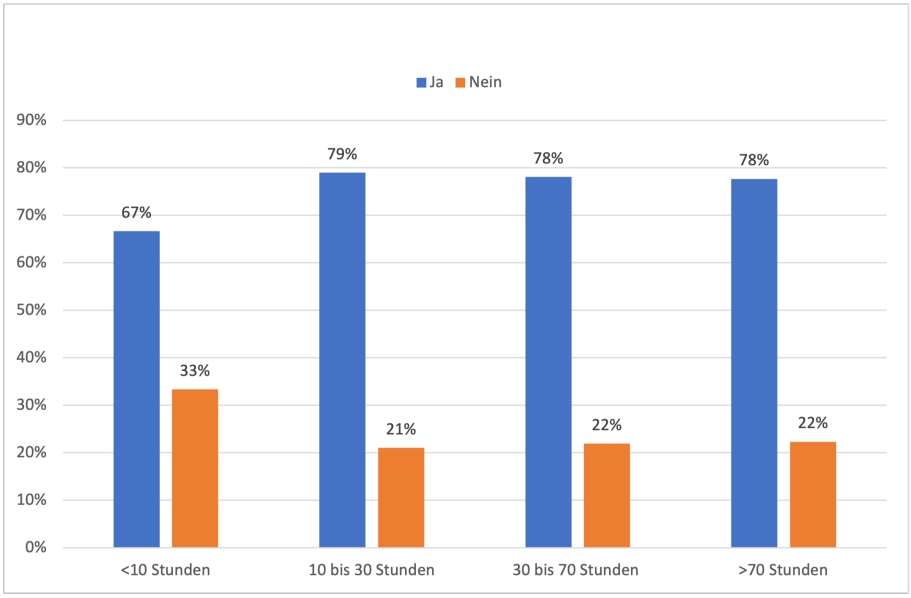

Abbildung 22: Anteil der befragten Personen welche auf die Frage, ob die VFR-Voice noch zeitgemäss ist mit „Ja“ bzw. „Nein“ geantwortet haben in Abhängigkeit der jährlichen Flugstunden.

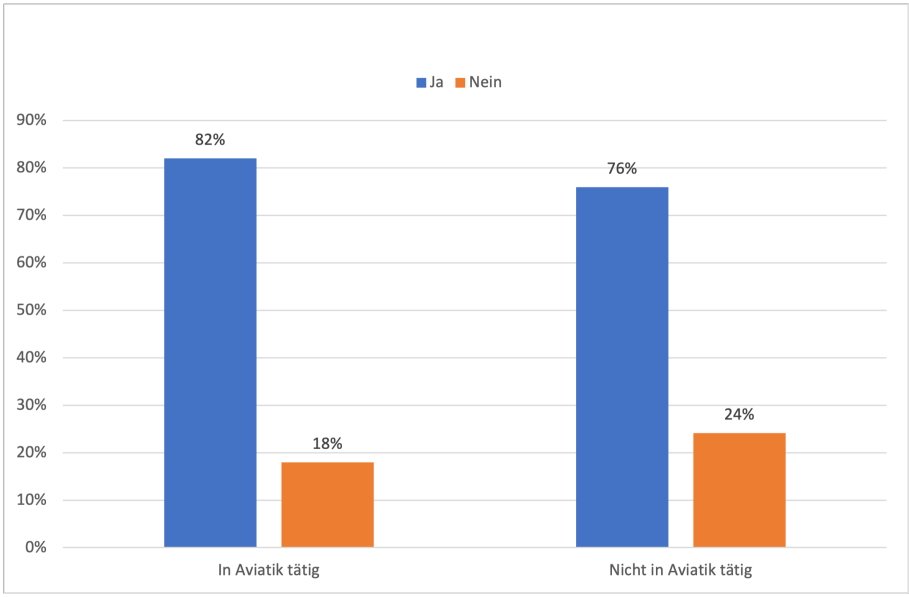

Abbildung 23: Anteil der befragten Personen welche auf die Frage, ob die VFR-Voice noch zeitgemäss ist mit „Ja“ bzw. „Nein“ geantwortet haben in Abhängigkeit ob die Person beruflich in der Aviatik tätig ist oder nicht.

4 Diskussion

4.1 Beantwortung der Hypothesen

4.1.1 Beantwortung Hypothese 1: Funken ist aus technischer Sicht in der General Aviation nicht mehr zeitgemäss

Im Verlaufe der Recherchearbeit und durch die Interviews bin ich auf verschiedene ergänzende Alternativen zum bestehenden Funksystem gestossen (z.B. ACARS, ADS-B, Flarm). Die Alternativen werden jedoch nur in der kommerziellen Fliegerei angewendet (abgesehen vom Flarm). Diese Systeme sind rein technisch gesehen deutlich moderner. Beispielsweise das ADS-B ermittelt die Position nicht mehr durch Radar, was ein schwaches Glied in der Informationsübermittelung durch Funk ist, sondern durch GPS. Das GPS im ADS-B ist deutlich genauer als das Radar und übertrifft den Radar auch beim Punkt der Reichweite der Informationssendung. Wenn man auf den Punkt „Sehen und Gesehen werden“ eingeht, reicht die Funkkommunikation (in Lufträumen, welche nicht durch ATC koordiniert werden) alleine nicht aus, um die Sicherheit vor Kollisionen zu gewährleisten. Hier sind oder wären zusätzliche Systeme, wie z.B. das Flarm, ein wichtiger Bestandteil um Kollisionen zu vermeiden. Das Kollisionswarngerät Flarm ist momentan jedoch noch zu wenig flächendeckend im Flugverkehr im Gebrauch. Ein weiterer Punkt der die Technik betrifft ist, dass Informationsübermittlung per Funk immer noch auf einem Simplex System basiert. Man muss sich hierbei im Klaren sein, dass das Simplex System ein Hauptfaktor für den Flugunfall von Teneriffa war.
Auch wenn es verschiedene andere Systeme gibt die vor allem technisch gesehen besser und weiter als die VFR-Voice sind, stellt der Funk in der General Aviation immer noch der Standard der Informationsübermittlung dar. Dies, weil modernere Systeme in ihrer jetzigen Form noch zu wenig ausgereift sind, wenn es um die Flexibilität geht, um auf die General Aviation übertragen zu werden. Mit all seinen Schwächen muss die VFR-Voice deshalb wohl als noch zeitgemäss beurteilt werden. Diese Beurteilung wird aus der Sicht eines ehemaligen Berufspiloten wie auch von einem Fluglotsen unterstützt. Wohl nicht zuletzt auch, weil Funken als relativ simple und preisgünstige Technik für den Informationsaustausch für die General Aviation einfach verfügbar ist. In vielen Ländern der Welt stellt der Funk die einzige Möglichkeit dar sich in der General Aviation zu verständigen.

4.1.2 Beantwortung der Hypothese 2: Die Verwendung der Voice ist für Schweizer General Aviation Piloten eine erhebliche Zusatzbelastung, welche zu negativen Konsequenzen führen kann.

Durch die Auswertung der Umfrage habe ich einen Einblick darauf bekommen, wie Schweizer Segelflugpiloten die Übermittlung von Informationen durch Funk empfinden. Da ich mit meiner Umfrage hauptsächlich Segelflugpiloten erreicht habe, lassen sich die Werte wahrscheinlich nicht vollständig auf die restlichen Schweizer General Aviation Piloten übertragen. Jedoch liefern die Daten der Umfrage trotzdem ein Bild, wie sich Schweizer Piloten während der Verwendung der VFR-Voice fühlen dürften. Die Daten zeigen, dass die Piloten die Zusammenarbeit mit Fluglotsen als hilfreich und unter-

stützend ansehen. Jedoch muss auch betrachtet werden, dass 40 % der Befragten die Zusammenarbeit mit Fluglotsen als eine zusätzliche Belastung sehen. Etwas beunruhigend ist, dass sich rund 10 % der Befragten bei der Anwendung der Voice als gestresst fühlen.

Die negativen Konsequenzen treten dann in Erscheinung, wenn Piloten durch Floglotsen kontrollierte Lufträume umfliegen, weil sie mangelhafte Kenntnisse der VFR-Voice haben oder die Anwendung der VFR-Voice als zu kompliziert betrachten. Anhand der Umfrage lässt sich erkennen, dass vor allem die jüngeren Piloten durch Fluglotsen kontrollierte Lufträume umfliegen. Dies könnte an der mangelnder Erfahrung und Routine der jüngeren Piloten beim Kommunikationsaustausch mit Fluglotsen und der daraus resultierenden Hemmschwelle vor dem Kontakt mit Fluglotsen liegen. Es lässt sich auch belegen, dass man Piloten, welche weniger häufig fliegen (<10 Stunden pro Jahr), häufiger durch Fluglotsen kontrollierte Lufträume umfliegen. Dies lässt sich wohl damit begründen, dass man die Voice regelmässig anwenden muss, um sie auch ohne Stress und Überforderung anzuwenden. Dies ist die grösste negative Konsequenz der Informationsübermittelung per Funk. Sobald man nicht mehr regelmässig funkt und dadurch das Funkvokabular und eine gewisse Routine verliert, kommt man in Versuchung Lufträume, in welchen Fluglotsen den Verkehr organisieren und damit vor Kollisionen schützen, zu umfliegen. Diese Folge ist sicherheitsmindernd. In der Umfrage zeigte sich ebenfalls, dass der Prozentsatz der Piloten, welche eine Voice auf deutsch bevorzugen würden, mit dem Alter sehr stark zunimmt. Ich finde, dass dieser Wert sehr ernst genommen werden muss. Wenn ein deutschsprachiger Pilot nur mangelnde Englischkenntnisse hat, kann dies zu Missverständnissen mit verheerenden Folgen führen. So z.B., wenn man in Notsituationen genügende Englischkenntnisse benötigt, um einem nicht deutschsprachigen Fluglotsen seine Notlage übermitteln zu können.

Die Informationsübermittelung per Funk ist ein sehr ausgeklügeltes System, welches nicht ohne Grund über viele Jahre sowohl in der General Aviation wie auch in der kommerziellen Luftfahrt bestand hatte und immer noch hat. Die VFR-Voice bietet viele Vorteile, da man sein Anliegen sehr einfach dem Gegenüber, dem Fluglotsen, übermitteln kann. Auf der anderen Seite, steht die VFR-Voice im engen Zusammenhang mit dem katastrophalsten Flugunfall der Geschichte der Luftfahrt. Die Umfrage Ergebnisse zeigen deshalb auch, dass die VFR-Voice durchaus ihre Baustellen hat. Mehrere Elemente der VFR-Voice in der General Aviation sind nicht mehr zeitgemäss. Jedoch gibt es zum heutigen Zeitpunkt noch kein alternatives System, welches die VFR-Voice vollumfänglich ersetzen könnte. Deshalb ist davon auszugehen, dass die Informationen in der General Aviation, auch weiterhin vorerst noch über Funk übermittelt werden.

5 Quellenverzeichnis

Literatur

[1] *ASRS - Aviation Safety Reporting System.* URL: https://asrs.arc.nasa.gov/ (besucht am 09. 01. 2022) (siehe S. 4).

[2] *Pilot-Controller Communications.* URL: https://skybrary.aero/articles/pilot-controller-communications-oghfa-bn (besucht am 05. 12. 2021) (siehe S. 4, 5, 7).

[3] *Flughäfen. Hinter den Kulissen des Luftverkehrs".* URL: https://www.booklooker.de/BÃcher/Andreas-Fecker+FlughÃďfen-Hinter-den-Kulissen-des-Luftverkehrs/id/A01qO7ks01ZZF (besucht am 23. 03. 2022) (siehe S. 5).

[4] *SKYbrary Aviation Safety.* URL: https://skybrary.aero/ (besucht am 23. 03. 2022) (siehe S. 5).

[5] *Umfrage.* URL: https://www.survio.com/survey/d/V4Y7A4E6A5Z5I3P2Y (besucht am 23. 03. 2022) (siehe S. 6).

[6] *Flugverkehrskontrolle.* URL: https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Flugverkehrskontrolle (besucht am 05. 12. 2021) (siehe S. 6, 10).

[7] *GLOSSAR Luftdruck.* URL: https://www.thiesclima.com/de/Luftdruck/ (besucht am 12. 09. 2021) (siehe S. 7).

[8] *DK5KE Morsetelegrafie - Morsen in der Kosmologie und im Flugfunk.* URL: https://www.qsl.net/dk5ke/flugfunk.html (besucht am 23. 10. 2021) (siehe S. 7).

[9] *The Evolution and Rationale of the ICAO (International Civil Aviation Organization) Word-Spelling Alphabet.* URL: https://www.governmentattic.org/4docs/ICAO-WordSpellingAlphabet_1959.pdf (besucht am 05. 12. 2021) (siehe S. 7–9).

[10] *NATO phonetic alphabet.* URL: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=NATO_phonetic_alphabet&oldid=1053226260 (besucht am 09. 01. 2022) (siehe S. 10).

[11] *Kursordner RTF-THEORIE.* URL: https://www.fly-t.ch/produkt/ordner-zum-kurs (besucht am 03. 11. 2021) (siehe S. 11, 13).

[12] *Natoalphabet.* URL: https://www.worldometers.info/languages/nato-phonetic-alphabet (besucht am 27. 12. 2021) (siehe S. 12).

[13] *Flugzeugkatastrophe von Teneriffa.* URL: https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Flugzeugkatastrophe_von_Teneriffa&oldid=218376461 (besucht am 07. 01. 2022) (siehe S. 15).

[14] *What really caused the Tenerife Airport Disaster?* URL: https://www.youtube.com/watch?v=2d9B9RN5quA (besucht am 07. 01. 2022) (siehe S. 15).

[15] *Sekunden vor dem Unglück - Flugzeugkatastrophe von Teneriffa.* URL: https://www.youtube.com/watch?v=KyNIbQZl1DI (besucht am 07. 01. 2022) (siehe S. 15).

[16] *Correction of the report on the accident involving aircraft BOEING 747 ph-buf and BOEING 747 n 736 Pa of PANAM.* URL: https://libraryonline.erau.edu/online-full-text/ntsb/miscellaneous-reports/Tenerife.pdf (besucht am 07. 09. 2021) (siehe S. 15).

[17] *Sprechfunk.* URL: https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Sprechfunk&oldid=214950148 (besucht am 07. 01. 2022) (siehe S. 15).

[18] *Automatic Dependent Surveillance–Broadcast.* URL: https://de.wikipedia.org/wiki/Automatic_Dependent_Surveillance (besucht am 07. 01. 2022) (siehe S. 17).

[19] *New Air Traffic Surveillance Technology.* URL: https://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/articles/qtr_02_10/2/ (besucht am 05. 01. 2022) (siehe S. 17).

[20] *FLARM.* URL: https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=FLARM&oldid=216671500 (besucht am 07. 01. 2022) (siehe S. 18).

[21] *FLARM.com.* URL: https://flarm.com (besucht am 11. 02. 2022) (siehe S. 19).

6 Anhang

6.1 Aufzeichnung Interview mit Roland Bieri

A Thematik und Problematik:

1. Ist Funken in der General Aviation noch zeitgemäss?

Ja sicher, da die meisten Flieger, um mit dem Tower zu kommunizieren, nur Funk eingebaut haben. In der Schweiz hat man zwar häufig einen Transponder. Jedoch in den anderen Ländern sind die meisten Flugzeuge der General Aviation ohne Transponder ausgerüstet. Und in diesen Ländern ist der Funk die einzige Option, um Informationen auszutauschen. In diesem Sinne ist Funken sicher noch zeitgemäss.

2. Ich habe manchmal das Gefühl, wenn ich dem Funk zuhöre, dass die Voice während einem Flug für einen doch erheblichen Teil der Piloten eher eine zusätzliche Belastung, wenn nicht sogar ein Hindernis ist. Was ist deine Sichtweise dazu?

Ja, es ist sicher eine Zusatzbelastung. Wenn man z.B. Bern anfliegt, muss man sich zuerst mal überlegen, was möchte ich überhaupt sagen. Dann erwartet man eine gewisse Antwort. Wenn man Pech hat sagt der Tower etwas ganz anderes als man erwartet hat. Dann muss man dies zuerst geistig verarbeiten und sich überlegen, welcher Flugweg resultiert daraus? Welche Volte muss ich fliegen? Und dies alles noch während dem Fliegen, das ist auf jeden Fall eine Zusatzbelastung.

3. Man hört immer wieder von Piloten, welche kontrollierte Lufträume bewusst umfliegen, da sie die Voice nicht genügend beherrschen. Ist dies nicht kontraproduktiv?

Das Umfliegen von Kontrollzonen wird auf jeden Fall gemacht. Die Piloten, die in der Voice nicht so sicher sind, haben Angst, dass sie einen Fehler machen. Und je nach Fehler dann auch ein Rapport geschrieben werden muss. Und diese Angst vor Fehler führt dazu, dass man eben wie in der Region von Riggisberg eine Ballung von Flieger hat, die schlichtweg die Kontrollzone (Luftraum, welcher durch Fluglotsen organisiert wird) vermeiden und deshalb einen Umweg fliegen. Und dies ist von mir aus gesehen sicherlich ein Risiko.

B Fragen zu Theorie:

1. Gibt es einen Fachbegriff für die "Hobbyfliegerei"?

Ja, grundsätzlich unterscheidet man Zivil- und Militärfliegerei. Zivil umfasst aber auch Linien-, Charter- und Businessfliegerei. Für die Hobbyfliegerei wird der Begriff General Aviation benutzt.

2. Nato-Alphabet, gibt es eine Erklärung für die Wahl der einzelnen Ausdrücke, Ursprung?

Es geht darum, dass man eindeutig und klar feststellen kann, von welchem Buchstaben gesprochen wird. Die meisten Buchstaben haben zwei Silben und da hat man einfach Wörter gesucht, welche akustisch gesehen möglichst weit auseinander liegen.

3. Ist auf unkontrollierten Flugplätzen «Englisch-only» Pflicht?

Nein, nicht unbedingt. Das variiert. Dies kann man jedoch im AIP nachlesen. Dort steht, welche Sprache/n auf dem Flugplatz gesprochen werden. Es gibt ICAO-Sprachen, wie z.B. Englisch oder auch Spanisch. In Deutschland z.B. funkt man auf den meisten Flugplätzen deutsch, obwohl dies keine ICAO-Sprache ist. Die Schweiz ist also etwas aussergewöhnlich darin, dass man auf Flugplätzen englisch funkt.

4. Würde eine deutschgeführte Voice in den Kontrollzonen zu einer Vereinfachung führen?

Ist noch schwierig zu sagen. Solange wir nur innerhalb der Segelfluggruppe Bern funken, ist englisches Funken sicherlich unnötig. Sobald man jedoch internationalen Verkehr hat, sollte man sich auf eine Sprache einigen. Idealerweise sollte jeder der einen Flughafen anfliegt auch alle anderen verstehen und dies funktioniert nur, wenn alle die gleiche Sprache sprechen. Dies ist jedoch nur ein Idealziel, in der Praxis ist es so, dass lang nicht alle Piloten englisch sprechen können.

C Fragen nach Sicherheit:

1. Überbelastung und Übermüdung bei Piloten?

Die Müdigkeit ist eine Sache, welche die Konzentration stark beeinflusst. Zum Beispiel nach einem Nachtflug ist die Ermüdung definitiv vorhanden. In der Profifliegerei, im Zweimanncockpit, wird deshalb jede Freigabe immer doppelt überprüft. Das heisst, der funkende Pilot sagt dem navigierenden Piloten die Freigabe und erst danach wird die Meldung an den Fluglotsen quittiert.

2. Ist immer ein Ersatz vorhanden, falls ein Fluglotse mal ausfallen würde?

Nicht immer, dies hängt jedoch vom Verkehr und dem Flughafen ab. In Belp während dem Tag sind meistens zwei Fluglotsen im Tower. Jedoch während den Randzeiten kommt es sehr häufig vor, dass nur eine Person im Tower ist. In Zürich ist z.B. immer jemand in Reserve, falls ein Fluglotse ausfallen würde.

In der Fliegerei hat man den Vorsatz «No single point of failure», wieso hat man dann nur eine Notfallfrequenz auf einem Flughafen?

Meistens hat man als Back-Up immer die Notfrequenz eingestellt. Dann könnte man darüber bei einem Frequenzausfall kommunizieren. Es gibt jedoch auch die Option der Informationsübermittelung durch VHF-Datalink. Dadurch erhält man dann im Flugzeug entweder Digital oder Analog eine Anweisung auf welche Frequenz man ausweichen solle. Ein Flughafen hat meistens mehrere Frequenzen. Angenommen die Towerfrequenz würde ausfallen, könnte man allenfalls auf die Approachfrequenz ausweichen. Häufig steht bei den Verfahren bei einem Funkausfall auch die Telefonnummer des Towers. Das heisst man könnte bei einem totalen Funkausfall noch telefonisch anrufen. Diese Verfahren sind jedoch sehr individuell von Flughafen zu Flughafen.

3. Falls alle Frequenzen ausfallen würden, könnte man noch anhand von Lichtsignalen kommunizieren. Funktioniert dies wirklich?

Lichtsignale sind wahrscheinlich nicht mehr zeitgemäss. Gerade bei den grossen Fliegern kann man es vergessen, da man häufig zu weit weg von Tower ist oder einen IFR (Instrument Flight Rules) Anflug macht. Aber ein kompletter Funkausfall ist extrem selten. Ich hatte es einmal, als ich mit dem Segelflieger unterwegs war. Jedoch weil die Batterien leer waren.

4. In 80 Prozent der Flugunfälle ist eine inkorrekte- oder unvollständige Funkübertragung eine Teil- oder Hauptursache. Wie erklärst du dir das?

Zum einen, wenn man ein Problem hat und dies nicht entsprechend auf Englisch ausdrücken kann. Oder umgekehrt, dass der Empfänger, welcher die Information verstehen sollte, die Sprache nicht genügend beherrscht und dadurch die Information miss- oder nicht versteht.

D Alternativen Systeme, Zukunftsaussichten:

1. Was sind für dich die Barrieren für ein automatisiertes funkunabhängiges System?

Dies kommt etwas darauf an, wie dringend eine Situation ist. Im Linienflug, wenn man im Linienflug die Flugfläche wechseln will, wird dies häufig über einen Datalink übermittelt. Dies funktioniert auch über sehr weite Distanzen. Das Problem ist, wenn man Flieger radargeführt in den Anflug bringt, gibt es eigentlich nichts was eleganter ist, als wenn man einfach direkt miteinander sprechen kann. Wenn man z.B. Headinganganben schriftlich übermitteln würde, müsste man diese jeweils wieder schriftlich bestätigen. Es würde sicherlich auch funktionieren, es wäre halt einfach schwerfälliger.

2. Was für alternative Systeme kennst du?

In sehr abgelegenen Regionen brauchte man ADSB, wo man alle Anfragen und Freigaben über einen Datalink versendet. Dabei konnte man vorprogrammierte Textnachrichten

mit wenigen Tastenbedienungen versenden. Ich könnte mich vorstellen, dass man dieses System noch mehr automatisieren könnte, vielleicht wurde es schon automatisiert, ich weiss es nicht.

3. Was denkst du wie die Zukunft aussehen wird?

Das Problem wird die autonome Fliegerei, Drohnen, sein. Da man mit diesen nicht mittels Funks sprechen kann. Die Drohnen müssen die Möglichkeit haben einem Flieger oder einer anderen Drohne auszuweichen. Die Drohnen müssen auf eine andere Art, und zwar völlig automatisch kommunizieren. Heutzutage wäre dies ADSB. Diese System sendet viele Daten, welche dann nicht nur von dem Fluglotsen verarbeitet werden, sondern auch von den anderen Fliegern. Dieses System kann man brauchen, um Kollisionen zu verhindern. Ich denke, dass man dieses System jedoch auch für die Flugführung brauchen kann. So stelle ich mir die Zukunft vor.

4. Das heisst in ein paar Jahren werden auch Segelflugzeuge ein ADSB haben?

Also wir haben teilweise schon solche Systeme mit Flarm und PowerFlarm. Da sind wir eigentlich weiter, als einige Linienflieger es sind. Wenn wir uns mit einem Segelflieger in einem Luftraum bewegen werden, wo sich aus Drohnen befinden, werden wir zwangsläufig ein kompatibles System benötigen. Ich denke nicht, dass wir als Segelflieger den Drohnen werden ausweichen müssen. Jedoch denke ich, dass der Segelflieger ein Signal aussenden wird, welches der Drohne sagt, dass sie ausweichen muss. Und wir Segelflieger können dieses System natürlich dann auch nutzen, um anhand der erhaltenen Daten, der Drohne manuell auszuweichen.

E Diverses

1. Wie entstand die Voice als Kommunikationsmittel zwischen Flugzeug und Boden?

Anfangs morste man, um Informationen zu vermitteln. Da hatte man einfach eine Trägerwelle, welche unterbrochen wurde. Dies war so aufwändig, dass man einen Funker benötigte. Der Sprechfunk entstand, als man dies modulieren konnte. Die ersten Systeme waren vermutlich auf Langwellen basiert dabei war halt die Funkqualität bedeutend schlechter. Was sich heute etabliert hat sind die UKW-Frequenzen, welche auf kurze Distanz (ca. 200 Meilen) eine sehr gute Qualität bieten. Auf grössere Distanzen, vorallem in den Regionen Asien und Afrika, brauchte man zu meiner Zeit immer noch KW-Frequenzen. Da ist jedoch die Funkqualität bedeutend schlechter, man verstand fast nichts oder teilweise nichts. Technisch gesehen, wäre dies vom ADSB schon längst abgelöst.

2. Wieso ist die Voice auf Englisch gehalten?

Englisch ergab sich daraus, dass das Fliegen im englischsprachigen Raum entwickelt

wurde. Und dann hat sich Amerika, vor allem in der westlichen Welt, ziemlich durchgesetzt. Im östlichen Raum, z.B. Russland oder China, sieht es ganz anders aus. Dort gibt es viele Flugplätze, wo niemand englisch kann. Da die Schweiz zum englischsprachigen Raum gehört und selbst vier verschiedene Landessprachen hat, hat es sich fast aufdrängt, dass man eine einheitliche Sprache, englisch, nimmt.

6.2 Aufzeichnung Interview mit Vital Anken

A Thematik und Problematik:

1. Ist Funken in der General Aviation noch zeitgemäss?

In der General Aviation denke ich schon. Ich denke es ist das einfachste, effizienteste und dort sehe ich nicht gerade eine sinnvolle Alternative. Im „Airline-Business gibt es jedoch sicher andere Alternativen.

2. Ich habe manchmal das Gefühl, wenn ich dem Funk zuhöre, dass die Voice während einem Flug für einen doch erheblichen Teil der Piloten eher eine zusätzliche Belastung, wenn nicht sogar ein Hindernis ist. Was ist deine Sichtweise dazu?

Ja, ich denke sicherlich, dass es Piloten gibt, welche Hemmungen vor dem Funken mit Fluglotsen habe. Dies ist meistens für beide Seiten unangenehm. Meine Sichtweise ist jedoch, dass die Piloten auf einem genügenden sprachlichen Niveau sein müssen. Wenn man regelmässig funkt und die Sprache übt ist die Voice schon machbar.

3. Wie geht man Als Fluglotsen mit einem Piloten um, welcher die Voice nicht beherscht?

Man merkt sehr schnell, wie gut das Gegenüber die Voice beherrscht. Sobald Jemand die Voice schlecht beherrscht, fordert dies dem Fluglotsen deutlich mehr Kapazität.

4. Man hört immer wieder von Piloten, welche kontrollierte Lufträume bewusst umfliegen, da sie die Voice nicht genügend beherrschen. Ist dies nicht kontraproduktiv?

Ja, es ist kontraproduktiv, weil so die Piloten in der Voice nicht besser werden. Nur durch Übung wird einer besser und kann die Angst vor dem Funken verlieren. Wir erwarten halt einfach, dass einer sein Sprüchli parat hat und weiss wo er ist und was er will. Ich denke grundsätzlich auch, dass es sicherlich nicht der Sicherheit dient, wenn Jemand Angst vor dem Funken hat und dadurch bewusst den Kontakt mit dem Fluglotsen vermeidet.

C Fragen nach Sicherheit:

1. Würde eine deutschgeführte Voice in den Kontrollzonen zu einer Vereinfachung führen?

Ich bin der Meinung, dass es für die Sicherheit besser ist, wenn alle englisch Sprechen. Ich sehe es halt auch so, dass diese Piloten, welche nicht englisch können wahrscheinlich nicht mehr solange dabei sind und sich dadurch dieses Problem von selber lösen wird. Auch auf Deutsch muss man ja Voicespezifische Wörter lernen. Zusammenfassend

gesagt, zu einer Vereinfachung würde es schon Führen. Jedoch im gesamten System gesehen nicht.

2. Überbelastung und Übermüdung bei Fluglotsen?

Dies ist sehr unterschiedlich von Ort zu Ort. Ich kann jetzt nur vom Militärflugplatz Meiringen sprechen. Wir sind sehr knapp im Personal. Wir sind eigentlich immer einer zu wenig, um eine lockere Personalplanung zu führen. In unserem Arbeitsvertrag sind jedoch gute Mechanismen, welche eine Arbeitsüberlastung verhindern. Wenn wir z.B. Nachtflug haben, kann es schon sein, dass es lang Tage gibt und das man mal Müde ist. Aber jetzt wirklich Überbelastung, denken ich, ist bei uns momentan kein Thema. Wir haben aber auch wieder entsprechend Ferien als Kompensation. Es aber allgemein sicherlich ein Thema, Überbelastung zu vermeiden, hier werden wir auch von unserer Firma darauf aufmerksam gemacht, z.B: einen gesunden Lebensstil zu führen.

3. Ist immer ein Ersatz vorhanden, falls ein Fluglotse mal ausfallen würde?

Ja, z.B. in Zürich sind meistens immer zwei oder drei im Turm. Am Radar arbeiten die Fluglotsen grundsätzlich zu zweit. Dort hat man immer einen controlleründ coordinator". Falls die Nummer eins, der controller", ausfallen würde, könnte dann die Nummer zwei, der coordinator", entsprechend übernehmen. Bei uns in Meiringen, wenn wir Jetbetrieb haben müssen wir zu zweit im Turm sein. Wenn wir jedoch nur Probellerflugzeug- oder Helikopterbetrieb haben, ist man auch mal allein im Turm. Für diese Situation haben wir einen Alarmknopf, welche wir betätigen könnten. Dadurch können wir bei einem Mann im Turm ebenfalls Sicherheit herstellen.

5. Falls alle Frequenzen ausfallen würden, könnte man noch anhand von Lichtsignalen kommunizieren. Funktioniert dies wirklich?

Funktionieren tut es, dies testen wir auch regelmässig. Die Piloten sehen dieses Lichtsignal. Die Frage ist dann halt eher, ob sie auch verstehen, was es bedeutet. Aber grundsätzlich, wenn man grün sieht, landet man. Und wenn rot sieht, dann landet man wohl eher nicht. Aber wie gut dieses System im Ernstfall funktioniert, kann ich dir jedoch nicht sagen, da ich es selbst noch nie erlebt habe. Ich kenne auch Niemanden der schon einen totalen Funkausfall hatte. Ich denke aber auch, dass wenn alle Frequenzen blockiert wären, dies die Piloten auch selber merken würden und dem entsprechend handeln würden. Beim Radar hätte man andere Verfahren, dort ist es halt einfach auch wichtig, dass man die Flugzeuge trotzdem noch separieren kann.

6. In 80 Prozent der Flugunfälle ist eine inkorrekte- oder unvollständige Funkübertragung eine Teil- oder Hauptursache. Wie erklärst du dir das?

Ich kann mir halt schon gut vorstellen, sobald etwas nicht rund läuft und man dadurch in den Stress kommt, die Kommunikation auch darunter leidet. Ich denke dies

ist jedoch völlig normal. Das inkorrekte- oder unvollständige Funkübertragung eine Teil- oder Hauptursache ist, erstaunt mich jedoch auch. Darüber müsste man jedoch vielleicht genauere Informationen haben, um dazu Aussagen zu machen.

D Alternativen Systeme, Zukunftsaussichten:

1. Was sind für dich die Barrieren für ein automatisiertes funkunabhängiges System?

Ich denke, dass viele Systeme, welche Funk und Voice unabhängig sind, wahrscheinlich einen höheren Workload mitsichbringen. Ich denke System bei denen man einen Bildschirm betätigt lenken generell mehr ab und sind auch dementsprechend gefährlicher. Wie schon gesagt, denke ich, dass die Flexibilität bei der Voice halt schon sehr hoch ist. Und hier kenne ich noch kein anderes System, welches eine solch hohe Flexibilität bietet.

2. Was für alternative Systeme kennst du?

Auf die General Aviation bezogen, kenne ich keine alternative Systeme.

3. Was denkst du wie die Zukunft aussehen wird?

Ich denke sicherlich, dass die „Remote Towers aufkommen werden. Dies würde bedeuten, dass die Türme nicht mehr Türme, sondern nur noch Stangen mit 360 Grad Kameras. Dort würden die Fluglotsen dann in Büros vor Bildschirmen sitzen. Aber ich denke, es wird nachwievor gefunkt werden. Von den Lufträumen her kann man sicherlich Anpassungen machen. In der Zukunft könnte man sicherlich das Flarm und das ADSB noch deutlich mehr brauchen. Dies geht aber immer sehr lange, bis man solche Verfahren anpasst. Zusammenfassend denke ich, dass es ausser des Remote Tower nicht viele Änderungen geben wird. In der General Aviation, denke ich, werden die Grundmechanismen die gleichen bleiben.

4. Roland hat bei der Frage, wie die Zukunft aussehen werde, noch die Drohnen erwähnt. Was ist deine Meinung hierzu?

Ja das ist ein riesen Thema. Hier bin ich zwar auch kein Experte. Aber ich denke auch, dass die Systeme wie ADSB oder Flarm noch deutlich zu wenig gebraucht werden, um sich gegenseitig zu sehen. Diese Systeme können eigentlich fast mehr als unser momentanes Radar. Aber ja es ist ein riesen Thema, um die Drohnen in unsere Luftraumstruktur zu intergrieren.

6.3 Deklaration

Kanton Freiburg, EKSD – S2 29
Kantonale Wegleitung der Maturaarbeit

Anhang Nr. 5

Persönliche Erklärung

Name : Reidy

Vorname : Elia

Adresse : Vorstaffels 200 3178 Bösingen

1. Ich bestätige, die Maturaarbeit (Titel)

Ist die VFR-Voice in der General Aviation noch zeitgemäss?

entsprechend den Vorschriften (kantonale Richtlinien und kantonale Wegleitung) zur Erstellung einer Maturaarbeit eigenständig erstellt zu haben.

2. Ich nehme davon Kenntnis, dass meine Arbeit durch eine Antiplagiats-Software geprüft wird. Sie wird auch in einer Datenbank für zukünftige Überprüfungen später abgegebener Arbeiten gespeichert, um Plagiate zu verhindern und meine Autorenrechte zu schützen. Ich gebe der Schuldirektion meine Zustimmung, bei Plagiatsfällen meine Arbeit als Beweis benutzen zu können.

3. Ich verpflichte mich, meine Maturaarbeit vor Ende der Evaluation weder zu veröffentlichen noch zu verbreiten.

4. Ich verpflichte mich, die an meiner Schule geltende Archivierungsprozedur der Maturaarbeiten einzuhalten.

5. Ich erlaube die Konsultation meiner Arbeit durch Drittpersonen zu pädagogischen Zwecken und/oder zum schulinternen Gebrauch.

☒ Ja

☐ Nein (weil die Arbeit persönliche und/oder sensible Daten enthält.)

Ort, Datum: Freiburg, 16.03.2022

Unterschrift: Elia Reidy