

Karlsruher Institut für Technologie
Institut für Geographie und Geoökologie IfGG
Leitung: Dr. Christophé Neff, Dr. Christoph Mager
Sommersemester 2024

Bachelorarbeit
Einsatzpotentiale von amphibischen
Löschflugzeugen in Baden-Württemberg

Vorwort

Flugzeuge faszinierten mich schon seit Kindesalter und früh kam ich mit der Modellfliegerei in Kontakt, welche mich mit 15 Jahren zur manntragenden Segelfliegerei inspirierte. Nach dem Realschulabschluss absolvierte ich eine Ausbildung zum Leichtflugzeugbauer. Der darauffolgende Zivildienst an der Jugendbildungsstätte und Flugplatz Juist ermöglichte mir dort den Motorflugschein zu erwerben und die Idee vom kommerziellen Piloten war geboren. Um meinem Traum vom Piloten nachzugehen, holte ich das Abitur im Anschluss nach und bewarb mich dann bei Lufthansa als Flugzeugführer, wo ich die Ausbildung im Jahre 2002 startete. Nach längerer Wartezeit begann ich mein erstes Arbeitsverhältnis als First Officer bei Germanwings im Jahre 2005 auf dem Airbus A320 mit Stationierungsort Hamburg. 2011 wechselte ich zur Lufthansa Cargo nach Frankfurt als First Officer auf das Flugzeugmuster MD 11, an dass sich die Boeing B777 anschloss. Das Interesse an Geographie und Technik und die drohende Insolvenz der Lufthansa in Corona-Zeiten führten mich 2021 zum Lehramtsstudium in Geographie und Naturwissenschaft und Technik (NWT) an das Karlsruher Institut für Technologie (KIT), mit dem Ziel einer beruflichen Neuausrichtung. Im Zuge einer geographischen Exkursion an die Algarve lernte ich Dr. Christophé Neff kennen, einen Waldbrand- und Vegetation-Experte, mit dem ich mich über die Fliegerei austauschte. Wir sprachen über die potentiellen Möglichkeiten von Löschflugzeug-Einsätzen in Deutschland und das sich noch immer in Entwicklung befindliche Löschflugzeug DHC 515. Schnell konnte ich mich dafür begeistern, der Möglichkeit eines potentiellen Einsatzes im Zuge einer Bachelorarbeit nachzugehen, da ich selbst im Verlauf einer Korsika-Reise dem beeindruckenden Einsatz von Löschflugzeugen zusah. Um das umfangreiche Thema einzuschränken, einigten wir uns darauf, die Arbeit auf das Bundesland Baden-Württemberg zu beschränken. Dank der Erholung des Luftverkehrs nach der Coronapandemie und einer hohen Auslastung des Frachtverkehrs ergab sich für mich die Möglichkeit, meine Ausbildung zum Kapitän auf der Boeing B777 fortzusetzen. Dadurch konnte ich meine Fachkompetenz weiter vertiefen, die sich in dieser Arbeit widerspiegelt. Ich hoffe, dass ich die wertvollen Erkenntnisse, die ich im Studium gewonnen habe, in Zukunft weitergeben kann und dass diese Arbeit möglicherweise einen kleinen Beitrag zum besseren Schutz vor Waldbränden leisten kann.

INHALTSVERZEICHNIS

Abbildungsverzeichnis	II
Einleitung	1
2. Herangehensweise und Methoden	3
3. Waldflächen in Baden-Württemberg	5
4. Wasserflächen in Baden-Württemberg	8
5. Vorstellung des Potentiellen Löschflugzeuges	11
6. Luftraumanalyse und Flugplanung	16
6.1. Sichtflugregeln	18
6.2 Notices for Airman (Notams)	19
7. Stationierungsorte und Tankanlagen	20
8. Zusammenfassung der Auswahlkriterien	23
9. Gebietseingrenzung	25
10. Auszug nutzbarer Wasserflächen in Baden Württemberg	27
10.1 Schluchsee	27
10.2 Der Bodensee	32
10.3. Der Rhein	34
10.3.1 Staustufe Iffezheim	36
10.3.2 Rheinabschnitt Kilometer 317 (Drusenheim)	37
10.3.3 Rheinabschnitt Kilometer 309, (Gamsheimer Staustufe)	38
10.3.4. Rheinabschnitt Kilometer 279	39
10.3.5. Beispiel einer nicht anfliegbaren Wasserstelle des Rheines	41
10.4 Großer Brombachsee (Bayern)	42
11. Ergebnisse Und Ausblick	44
12. Diskussion	46
13. Fazit	48
14. English Summary	49
15. Résumé en Français	50
16. Literaturverzeichnis	51

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Beispielhafte Vermessung der Landefläche auf dem Schluchsee	4
Abbildung 2: Karte des Bundesweiten Waldbrandgefahrenindex.....	6
Abbildung 3; Tabelle des Bundesweiten Waldbrandgefahrenindex.....	6
Abbildung 4: Dürregeschädigter Wald mit hoher Feuergefahr.....	7
Abbildung 5: Große Waldgebiete in Baden-Württemberg.....	8
Abbildung 6: Jährliche Niederschlagsmengen der Bundesländer im Vergleich.	9
Abbildung 7: Auszug der Fließgewässer inklusive Bundes- und Landeswasserstraßen in Baden-Württemberg.....	11
Abbildung 8: Löschflugzeug CL-21512.....	12
Abbildung 9: De Havilland Field.....	13
Abbildung 10: Löschflugzeug CL-415.....	14
Abbildung 11: DHC -515.....	15
Abbildung 12: Abmessungen der DHC-515.....	15
Abbildung 13: Leistungsdaten der DHC-515.....	16
Abbildung 14: Vogelschutzgebiete in Baden-Württemberg.....	17
Abbildung 15: Luftraumstruktur in Deutschland.....	18
Abbildung 16: NOTAM Auszug eines Lufthansa Cargo Linienfluges.....	20
Abbildung 17: Einsatzradien des Canadair CLH-415 in Frankreich.....	21
Abbildung 18: Auszug aus der List of Authorized Airports.....	23
Abbildung 19: Use of Aerodromes Operational Manual Part A.....	24
Abbildung 20: Q-GIS Karte des Untersuchungsgebietes.....	26
Abbildung 21: Ausschnitt ICAO Karte im Bereich Schluchsee.....	28
Abbildung 22: Schluchsee Aufnahme aus der Luft.....	29
Abbildung 23: Schluchsee aus der Uferperspektive.....	29
Abbildung 24: Schluchsee Ufer am östlichen Seerand.....	30
Abbildung 25: Tiefenkarte Schluchsee aus dem Jahre 2016.....	31
Abbildung 26: Pegelstandsverlauf des Schluchsees im Jahre 2016.....	31
Abbildung 27: Luftaufnahme Bodensee.....	33

Abbildung 28: ICAO Sichtflugkarte, Bereich Bodensee.....	34
Abbildung 29: Staustufe Iffezheim	36
Abbildung 30: Rheinabschnitt Drussenheim.....	37
Abbildung 31: Gamsheimer See mit gleichnamiger Staustufe.....	38
Abbildung 32: Rheinabschnitt bei Kilometer 279.....	39
Abbildung 33: Vogelschutz und Naturschutzgebiete in Rheinnähe..... 40	
Abbildung 34: ICAO-Sichtanflugkarte Ausschnitt oberes Rheintal..... 41	
Abbildung 35: Versteckte Gefahren im Rhein.....	42
Abbildung 36: Großer Brombachsee.....	43
Abbildung 37: Daten zu Großer Brombachsees.....	44

EINLEITUNG

Deutschland erlebte 2018 eines der heißesten Jahre seit Beginn der offiziellen Wetteraufzeichnungen, die seit 1881 in diesem Land durchgeführt werden. In jenem Jahr wurde die Durchschnittstemperatur des statistischen Beobachtungszeitraumes von 1991 bis 2020 um 2,2 Grad Celsius überschritten, mit weitreichenden Folgen für die Natur. Auch lagen die 1.980 gemessenen Sonnenstunden über -, und die gemessene durchschnittliche Niederschlagsmenge von 590 Litern pro Quadratmeter signifikant unter denen der langjährigen Aufzeichnungen des Deutschen Wetterdienstes (DWD, 2018) in den entsprechenden Klimaperioden. Dieses Dürrejahr 2018 führte zu enormen Schäden an der deutschen Waldstruktur und ließ großflächige Areale absterben. Verstärkt wurde dieser Effekt, durch einen großen Anteil an trockenheitsempfindlichen Nadelbäumen wie z.B. Kiefern und Fichten, sowie dem Borkenkäferbefall (Forstwirtschaft in Deutschland, o.J.). Zurück blieben riesige Bestände trockenen Totholzes, die einen idealen Nährboden für Waldbrände bieten. Diese Brände, wenn einmal ausgebrochen, wachsen sich immer wieder zu großflächigen, schwer kontrollierbaren Flächenbränden aus. Die schnelle Ausbreitung von Waldbränden kann auch mit einer schnellen Eintreffzeit der Feuerwehr am Brandort nicht immer eingedämmt werden, obwohl diese z.B. im Falle von Baden-Württemberg bei 10 Minuten im Ernstfall liegen sollte. Weitere 25 Minuten später sollten unter normalen Bedingungen Verstärkungseinsätze mit Schlauchfahrzeugen am Brandort in ländlichen bzw. abgelegenen Orten eintreffen (Baden-Württemberg, 2008).

Obwohl sich diese Arbeit auf das Land Baden-Württemberg beziehen soll, ist als jüngstes Beispiel ein Waldbrand Ereignis in Brandenburg zu nennen, welches am 17.06.2022 in Treuenbrietzen ausbrach und schließlich nur mit Löschhubschraubern Tage später, nach ausrufen des Katastrophenfalles, unter Kontrolle gebracht werden konnte (Weiß, 2022). Dieses Ereignis hat gezeigt, wie schnell trockenheitsgeschädigte Wälder in unkontrollierte Brände, trotz funktionierender Alarmkette der Feuerwehr, ausufern können. Ein möglicher Grund hierfür könnte die vorwiegend bodenseitige Brandbekämpfung in Deutschland sein. Obwohl, wie beschrieben, theoretisch eine schnelle Ankunft der Feuerwehr möglich ist, wird diese praktisch durch das unwegsame Gelände in Waldgebieten behindert. Zusätzlich fehlt es an luftseitiger Unterstüt-

zung durch Löschflugzeuge sowie an Monitoring-Möglichkeiten durch Sensoren, Aufklärungsflugzeuge oder Drohnen. Diese könnten Brände in entlegenen Regionen frühzeitig entdecken und somit deren Ausbreitung verhindern. In anderen europäische Länder wie z.B. Frankreich, Italien, Spanien, Griechenland, Kroatien und Schweden wurde schon seit Jahrzehnten die Notwendigkeit von Löschflugzeugen zur Brandbekämpfung erkannt und insgesamt eine Flotte von 72 Löschflugzeugen des Typ Canadair CL-415, dem Vorgängermodell der in Entwicklung befindlichen Feuerlöschmaschine DHC-515, in mehreren Regionen stationiert. Hinzu kommt eine Vielzahl von kleineren Löschflugzeugen und Hubschraubern (Kiel, 2021). Trotz dieser alarmierenden Ereignisse und dem offensichtlich gestiegenen Waldbrandrisiko in Deutschland, stand die Politik in der Vergangenheit der Anschaffung einer eigenen Löschflugzeugflotte ablehnend gegenüber. Aktuell verlässt sie sich auf die Hilfe der im Notfall bereitstehenden Eu-Löschflugzeuge, die unter der Europäischen Organisation European Civil Protection and Humanitarian Aid Operations mit dem Namen RescEU koordiniert wird (<https://civil-protection-humanitarian-aid.ec.eu>). Die ablehnende Haltung der Politik basierte unter anderem auf den Argumenten der schnellen Eintreffzeit einer gut organisierten Feuerwehr mit Landfahrzeugen zum Brandort und die vermeintlich nicht vorhandenen Wasserflächen für die Löschwasseraufnahme durch große Löschflugzeuge des Typ Canadairs (Höne, 2022). Da sich aber in den letzten Jahren die Brandereignisse häufen, die nur noch mit Hilfe von Flugzeugen aus anderen Ländern eingedämmt werden konnten, beginnen nun erste private Unternehmer tätig zu werden und eine Löschflugzeugflotte in Anlehnung an die private Organisation DGzRS (Deutsche Gesellschaft zur Rettung Schiffbrüchiger) mit Stationierung am Flughafen Leipzig/Halle aufzubauen (Tasler, 2023). Private Löschflugzeugflotten, die bei Bedarf angefordert werden, sind z.B. in den USA, Kanada und Australien schon lange etabliert. Diese stellen einen Großteil der vorhandenen Löschflugzeug-Ressourcen, durch verschiedenartige Flugzeuge und Helikopter-Typen, zur Verfügung. Firmen wie BridgeAerospace, Conair oder NAFC sind nur einige Namen, die ihre Flotte und Services im Internet präsentieren (Bridge Aerospace,2023),(Conair,2023).

In dieser Bachelorarbeit soll auf Basis vorhandener Daten des Flugzeugtyps DHC-515 eine Analyse für verschiedene Gewässer in Baden-Württemberg durchgeführt werden. Das Ziel ist zu prüfen, ob diese Gewässer von Flächenlöschflugzeugen dieser Bauart und Leistungsklasse angeflogen werden können. Es ist anzumerken, dass der Her-

steller De Havilland Aircraft Of Canada Limited (DHC) nicht bereit war, dem Autor umfassende Leistungsdaten zur Verfügung zu stellen. Daher wurden die Daten aus dem offiziellen Infosheet zum Flugzeug DHC-515 entnommen. Diese Leistungsdaten sind die Berechnungsgrundlage für die Lande- und Startdistanz eines Flugzeuges. Hierzu zählen auch An- und Abflugwinkel des Flugzeuges und die Hindernisfreiheit, die ein Flugzeug nach einer bestimmten Flugzeit erreicht. Die vom Hersteller angegebene Wasserstrecke ist auf jeden Fall einzuhalten, könnte sich aber ggf. auch vergrößern, falls es die Hindernisfreiheit erfordert. Diese durch die Leistung des Flugzeuges vorgegebene Wasserstrecke grenzen die Gewässer auf eine Mindestgröße ein. Auf Basis dieser theoretisch nutzbaren Wasserflächen kann dann mit Hilfe der Reichweite des Flugzeuges ein potenzielles Einsatzgebiet für einen effektiven Löscheinsatz bestimmt werden.

2. HERANGEHENSWEISE UND METHODEN

Um die im Vorwort vorgestellte Fragestellung der Bachelorarbeit zu beantworten, soll im ersten Schritt eine Verortung der vorhandenen Waldflächen in Baden-Württemberg durch QGIS stattfinden. Hier spielen insbesondere die Lage der Waldgebiete, ihre Größe und Nähe zu den potentiellen Wasserflächen eine wichtige Rolle. Nach der Lokalisation dieser Waldflächen sollen potenzielle Wasserflächen in unmittelbarer Nähe gefunden werden, um einen möglichst schnellen und effizienten Wassertransport mit Löschflugzeugen zu ermöglichen und somit die Betriebskosten und Einsatzzeiten zu verkürzen. Diese Wasserflächen sollen analog zu den Waldgebieten durch das QGIS Programm der Version 3.32 (Lima), mit Hilfe einer Openstreetmap identifiziert werden. Diese Openstreetmap ist durch das geodätische Modell WGS 84/ Pseudo-Mercator (EPSG:3587) projiziert. Dieses Modell ist mit einer rechnerischen Genauigkeit von 2 Metern für den Zweck dieser Bachelorarbeit als hinreichend genau zu betrachten. Nach der Identifikation möglicher Wasserflächen werden diese mit den Analysetools des QGIS - Programms auf ihre Länge und Breite vermessen. Die Tiefenangaben der Gewässer werden durch weitere Quellen ergänzt. Nachdem Wasserflächen gefunden worden sind, werden diese mit Hilfe der Flugzeugleistungsdaten des potenziell einsetzbaren Löschflugzeuges auf Nutzbarkeit untersucht. Dies soll die Wassertiefe, mögliche Schifffahrtsstraßen und die damit verbundenen Implikationen durch Berufs-

und Individualverkehr beinhalten. Auch sollen die zahlreichen Wasser, Vogel und Naturschutzgebiete nicht außer Acht gelassen werden. Weiterhin soll eine Begutachtung der An- und Abflugsektoren stattfinden und Hindernisse wie Hochspannungsleitungen, Handymasten, Baumreihen etc. identifiziert werden. Die Sichtflugkarten der International Civil Aviation Organization (ICAO), herausgegeben durch die Deutsche Flugsicherung (DFS), stellen hier wichtige Daten bereit, einschließlich eingetragener Hindernisse und den dazugehörigen Höhenangaben. Durch die Steigleistung des Flugzeuges kann durch einfache mathematische Verfahren der Anflugwinkel bestimmt werden, wo es notwendig sein sollte.

Um diese Bachelorarbeit in einem überschaubaren Rahmen zu halten, liegt der Fokus auf der Identifizierung geeigneter Wasserflächen in Baden-Württemberg. Dabei werden unter anderem folgende Gewässer betrachtet:

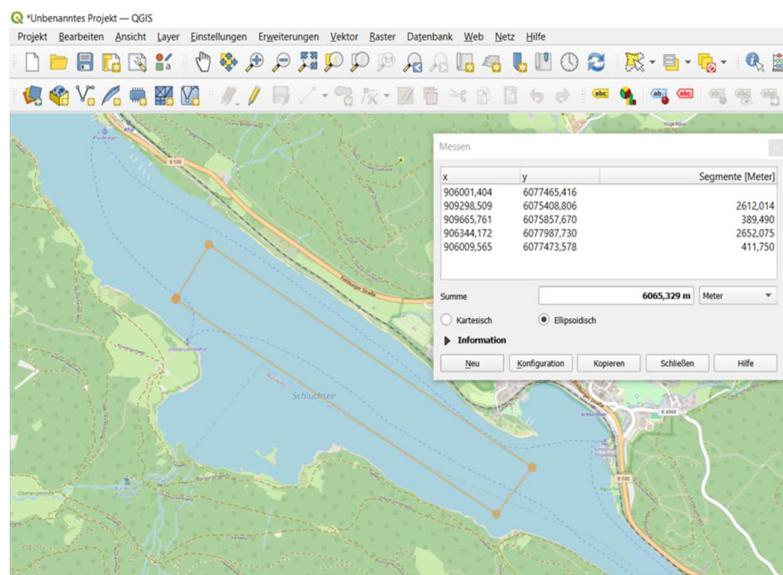
- Schluchsee
- Bodensee
- Rhein
- Neckar
- Donau
- Großer Brombachsee

ABBILDUNG 1

BEISPIELHAFT VERMESSUNG DER LANDEFÄLCE AUF DEM SCHLUCHSEE

Abbildung 1

Beispielhafte



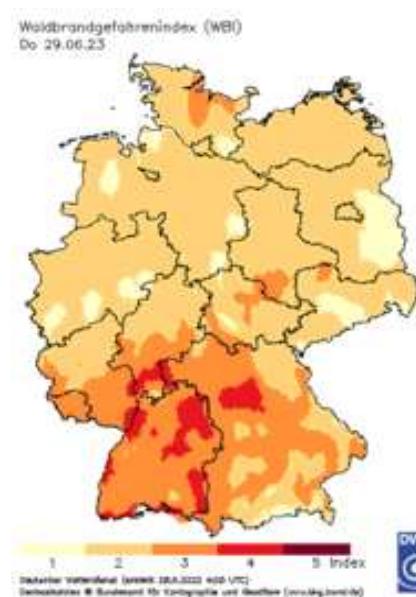
Anmerkung. Darstellung der virtuellen Landefläche in QGIS Version 3.32. Im weißen Feld werden die metrischen Daten der Länge und Breite analog der dargestellten Fläche angezeigt. Eigene Darstellung

3. WALDFLÄCHEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG

Baden-Württemberg zählt zu den waldreichsten Bundesländern in Deutschland und besitzt eine Waldfläche von insgesamt 1,4 Millionen Hektar. Dies entspricht einem Landbedeckungsgrad von 38 Prozent der Baden-Württembergischen Gesamtfläche (LUBW, 2022). Diese Waldgebiete sind in 21 Verwaltungsbezirke unterteilt und werden jeweils von einem Bezirks-Forstamt verwaltet, welches wiederum in einzelne Reviere unterteilt ist. Über die Webseite des Forstamtes Baden-Württemberg (ForstBw) sind diese Bezirke über eine interaktive GIS-Karte einzusehen und die entsprechenden Kontaktdaten für die jeweiligen Ansprechpartner der Bezirke und Reviere leicht zu finden. Eine genauere Beurteilung des Waldes gibt der jährliche Waldzustandsbericht des Landes Baden-Württemberg. Er enthält eine detaillierte Zusammenfassung des allgemeinen Zustandes sowie der spezifischen Baumarten, die unter den jüngsten Trockenperioden und dem Klimawandel am meisten leiden. Schon im Jahre 2003, einem außergewöhnlich trockenen und heißen Jahr, wurde diesbezüglich in einer Studie vor dem steigenden Waldbrandrisiko im Zuge des Klimawandels gewarnt (Franz, 2003). Zahlreiche Abhandlungen über Trockenschäden und der Verweis auf die anfälligen Monokulturen sind seitdem in der Fachpresse erschienen. Auch im Hinblick auf die jüngsten Brände, wie sie eingangs erwähnt wurden, sollte kein Zweifel an der Notwendigkeit bestehen, für zukünftige Brandereignisse gerüstet zu sein. Ein weiterer Hinweis auf die „brandgefährliche“ Lage gibt der Deutsche Wetterdienst (DWD) in seinem täglich erscheinenden Waldbrand-Gefahrenindex WBI. Hier wird für das jeweilige Bundesland die Gefahr in einem Index von 1 (sehr geringe Gefahr), bis 5 (sehr hohe Gefahr) mit dem Entwicklungstrend für die nächsten Tage herausgegeben. Durch die farbliche Darstellung der oben genannten Indizes, lassen sich die Gefahrenzonen durch die roten Gebiete schnell erkennen.

ABBILDUNG 2 UND 3

Karte und Tabelle des Bundesweiten Waldbrandgefahrenindex



Bundesland Baden-Württemberg

Tabelle 2: Waldbrandgefahrenindex für Stationen im Bundesland Baden-Württemberg.

Stationsname	Mi 28.06.	Do 29.06.	Fr 30.06.	Sa 01.07.	So 02.07.
Freudenberg-Boxtal/Main	3	3	1	2	2
Buchen (Kreis Neckar-Odenwald)	3	3	2	2	2
Mannheim	3	3	1	1	2
Niederstetten	3	4	2	1	2
Ingelfingen-Stachenhausen	3	4	2	1	2
Waibstadt	3	3	2	2	2
Waghäusel-Kirrlach	3	4	2	2	2
Öhringen	3	4	1	1	1
Kirchberg-Herboldshausen/Jagst	3	4	1	1	2
Eppingen-Elsenz	3	3	2	2	1
Obersulm-Willsbach	3	3	2	2	2
Großerlach-Mannenweiler	3	4	1	1	2
Ellwangen-Rindelbach	2	4	1	1	1
Rheinstetten	3	4	1	1	2
Mühlacker	3	4	1	1	1

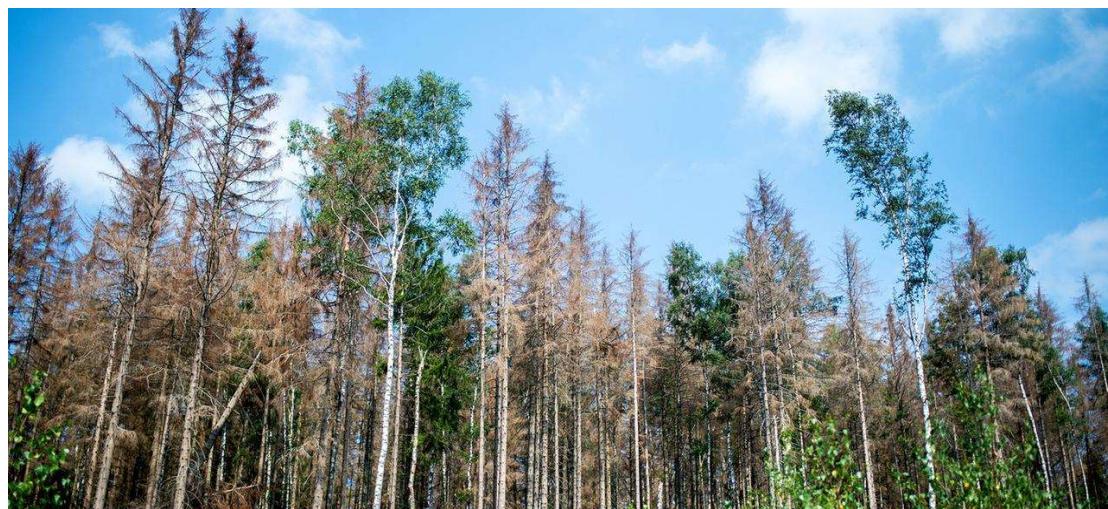
Anmerkung. Auszüge der Waldbrandgefahrenindex sowie die dazugehörige Tabelle des Deutschen Wetterdienstes. Index von 1 (sehr geringe Gefahr), bis 5 (sehr hohe Gefahr) Deutscher Wetterdienst (Hrsg.) (2023). *Wettergefahren*. <https://www.wettergefahren.de/warnungen/indizes/waldbrand.html>. Abgerufen am 28.06.2023

Auffallend ist hier, dass gerade in Baden-Württemberg, Bayern und Rheinland-Pfalz das höchste Brandrisiko herrscht, den Bundesländern mit großen Waldvorkommen wie dem Schwarzwald, dem Pfälzerwald und dem Bayerischen Wald. Obwohl diese Grafik des Bundesweiten Waldbrandgefahrenindex eine Momentaufnahme des 28.06.2023 darstellt, hat sich auch in den vergangenen Jahren ein ähnliches Bild abgezeichnet und die Prognosen der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) gehen von einer wärmeren und trockeneren Zukunft aus. Auch der Vorsitzende des Baden-Württembergischen Wald-Verbandes warnte in einem Artikel in der Stuttgarter Zeitung, im Rückblick auf insgesamt 123 gemeldete Waldbrände in Baden-Württemberg im Jahre 2022, vor der Entwicklung der Waldbrandgefahr und nannte Baden-Württemberg ein „Waldbrand- Erwartungsland“ (Stuttgarter Zeitung, 2021). Da diese Bachelorarbeit primär die Feuerbekämpfung durch Löschflugzeuge behandelt, soll dieser Abschnitt dazu dienen, die akute und zukünftige Gefahr, in dem sich der deutsche Wald befindet, nochmal bewusst zu machen.

Einer der Hauptgründe für die Waldbrandgefahr ist das Klima, da das Bundesland im Sommer oft mit hohen Temperaturen und Trockenheit zu kämpfen hat. Diese Bedingungen begünstigen das Entstehen und die Ausbreitung von Waldbränden. Gerade eine hohe Menge an trockenem Laub und abgestorbenen Bäumen, wie in der nächsten Abbildung zu sehen ist, kann als Brennstoff dienen und die Ausbreitung von Bränden begünstigen. Zudem können starke Winde die Feuer schnell vorantreiben und die Bekämpfung erschweren.

Abbildung 4

Dürregeschädigter Wald mit hoher Feuergefahr



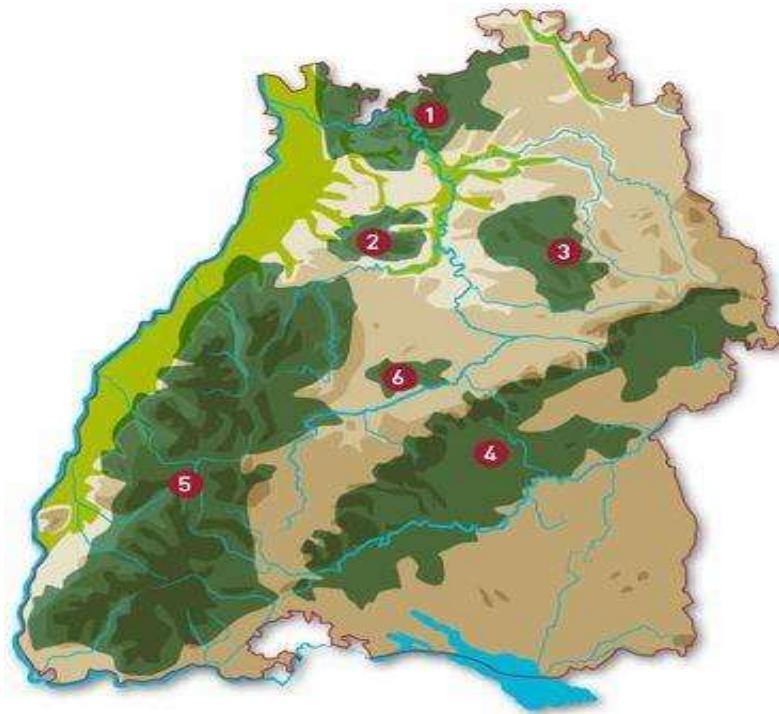
Anmerkung. Waldgebiet am Merkur in Baden-Baden am 16.08.2023. Eigene Aufnahme

Ein weiterer Faktor, der zu erhöhter Waldbrandgefahr beiträgt, sind menschliche Aktivitäten. Unsachgemäßes Verhalten wie das unkontrollierte Anzünden von Feuer oder das Wegwerfen von Zigaretten kann schnell zu einem verheerenden Brand führen.

Die Waldgebiete in Baden-Württemberg sind weitläufig und vielfältig. Die nachfolgende Karte veranschaulicht die Waldgebiete in Baden-Württemberg und lässt auf einen Blick die umfangreichen Waldareale in diesem Bundesland erkennen. Die Wälder in Baden-Württemberg spielen eine wichtige Rolle für den Naturschutz und die Erholung der Bevölkerung. Es ist daher entscheidend, die Waldbrandgefahr ernst zu nehmen und Maßnahmen zu ergreifen, um Brände zu verhindern und im Ernstfall schnell und effektiv zu bekämpfen.

Abbildung 5

Große Waldgebiete in Baden-Württemberg



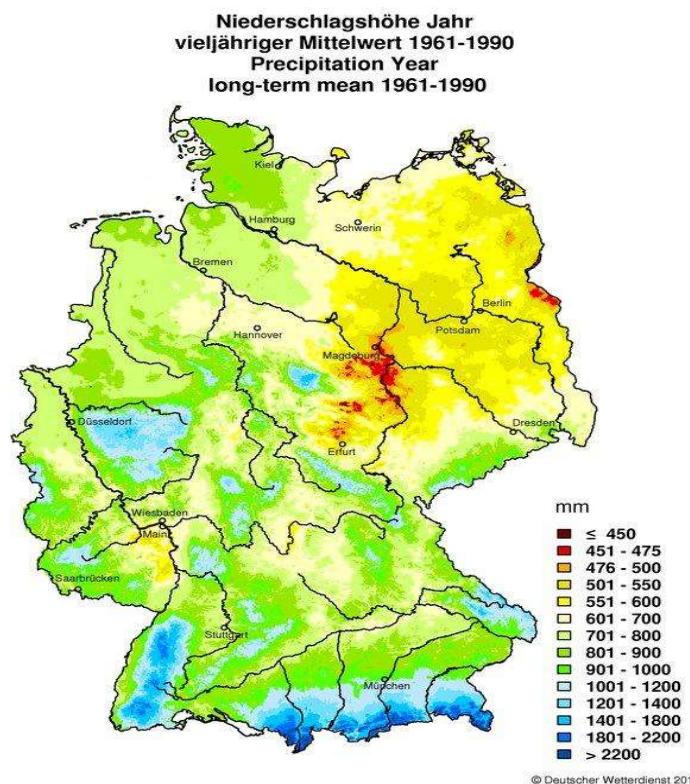
Anmerkung. Vereinfachte Darstellung der großen Waldgebiete Baden-Württembergs mit den Gebietsnamen: Odenwald (1), Naturpark Stromberg-Heuchelberg (2), Schwäbisch-Fränkischer Wald (3), Schwäbische Alb (4), Schwarzwald (5) Schönbuch (6) .Quelle: Lokalmatador (Hrsg.) (2024). Waldgebiete in Baden-Württemberg. <https://www.lokalmatador.de/thema/wald-im-wandel-waldgebiete-in-baden-wuerttemberg-2930/> . Abgerufen am 17.06.2023

4. WASSERFLÄCHEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG

Um potentielle Waldbrände zu löschen, bedarf es ausreichender Wassermengen, die in unmittelbarer Nähe entnommen und zum Brandereignis transportiert werden können. Eine Darstellung der jährlichen Niederschlagsmengen und Regionen in Deutschland zeigt, dass Baden-Württemberg zu den niederschlagsreichen Regionen Deutschlands zählt und zahlreiche Fließgewässer in die großen Ströme Rhein, Donau, Neckar und Main münden (Hirschfeld, 2014). Zudem profitiert Baden-Württemberg von der nördlichen Alpenregion und seinen Abflüssen z.B. in den Rhein und der orographisch günstigen Lage des Schwarzwaldes mit seiner Nord-Süd-Ausrichtung, der bei Front-Durchzügen und Luftmassenhebungsprozessen besonders im Winterhalbjahr für ergiebige Niederschlagsmengen sorgt.

Abbildung 6

Jährliche Niederschlagsmengen der Bundesländer im Vergleich



Anmerkung. Diese Karte wurde am 23.05.2018 mit den Daten aller Standorte aus den Messnetzen des DWD erstellt. Quelle: Schappert, S. (2018). *Wie wird Niederschlag gemessen und wo fällt am meisten?*. DWD https://www.dwd.de/DE/wetter/thema_des_tages/2018/11/28.html

Allein diese Fließgewässer umfassen 45.500 km Länge und beliefern sich im Jahre 2021 auf 19.680 Flüsse. Wobei festzuhalten ist, dass nur Fließgewässer mit einer Länge von mehr als 500 m in dieser Erhebung berücksichtigt wurden. Hinzu kommen 11.650 stehende Gewässer mit einem Wasser-Flächenanteil von 660 Quadratkilometern, Diese beinhalten Stauseen, Baggerseen und in der Eiszeit entstandene Seen, wie der Bodensee oder der Schluchsee im Schwarzwald. Ein Großteil der Fließgewässer ist aber nicht für den Einsatz von Löschflugzeugen geeignet. Daher liegt der Fokus auf dem baden-württembergischen Wasserstraßennetz, welches 550 Kilometer Länge umfasst und in Bundes- und Landeswasserstraßen aufgeteilt wird. Diese unterliegen, wie der Name schon impliziert des Bundes oder Landesaufsicht, was sich insbesondere auf rechtliche Fragen und Zuständigkeiten auswirkt (Ministerium für Verkehr Baden -Württemberg [MVBW], 2023). Ein wichtiger Punkt für die Brauchbarkeitsanalyse

der Wasserflächen ist deren Abmessung, um die Nutzbarkeit durch Löschflugzeuge des Types CLH-415/DHC-515 zu gewährleisten.

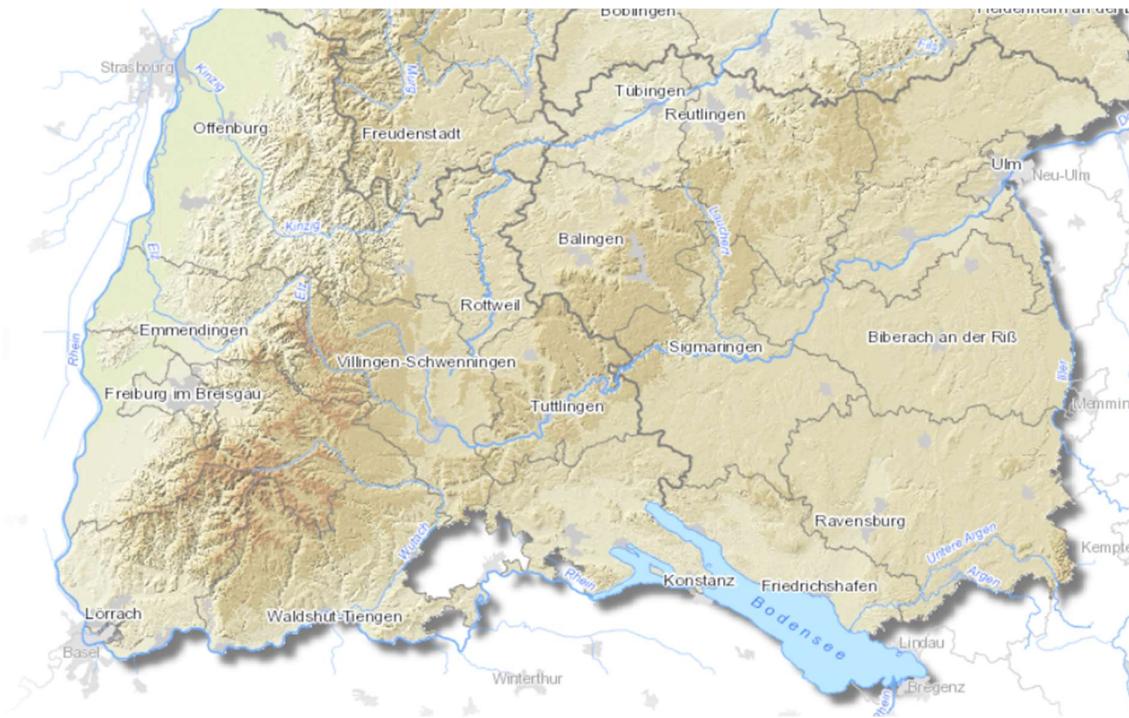
Diese haben Mindestmaße von 1,8 Metern Tiefe über eine Länge von 2.000 Metern und eine Breite von 100 Metern aufzuweisen (siehe Flugzeug-Typenblatt Kapitel 5).

Mindestanforderungen für die Nutzbarkeit von Gewässern		
Länge	Breite	Tiefe
2.000 Meter	100 Meter	1,8 Meter

Auf die Wassertiefe von 1,8 Metern muss gerade im Hinblick auf heiße und trockene Sommer ein besonderes Augenmerk gelegt werden. Hierzu ist es hilfreich die aktuellen Pegelstände der größeren Bundes- und Landeswasserstraßen mit Prognosedaten auf der Internetseite der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BFG) abzurufen (https://www.bafg.de/DE/Home/homepage_node.html). Diese Internetseite bietet auch Links zu benachbarten Regionen im nahen Ausland an (BFG, 2023). Zahlreiche weitere Pegelstand-Angaben sind zusätzlich im Internet zu finden. Vorzugsweise sollten aktuelle und frühere Pegelstände schon bei der Wassernutzbarkeitsanalyse mit einfließen, was jedoch nicht davon entbinden darf, vor jedem Einsatz explizit die aktuellen Pegelstände in Echtzeit zu überprüfen. Wasserflächen müssen zudem Hindernisfreiheit gewährleisten und die Gefahren für Schifffahrt, Badegäste, Flora und Fauna minimiert werden. Hier sollte im Zuge der Einsatzplanung die jeweiligen Einsatzstellen der Wasserschutzpolizei zeitnah informiert werden und analog zu den im Luftverkehr üblichen NOTAMS (Kapitel 6.2) die Bekanntmachungen für Seefahrer geprüft und für das Gewässer herausgegeben werden. Die Adressen der Wasserschutzpolizei in Baden-Württemberg und weitere Informationen zu Pegelständen sind auf der Webseite der Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung (WSV) abrufbar (WSV, 2024).

Abbildung 7

Auszug der Fließgewässer inklusive Bundes- und Landeswasserstraßen in Baden-Württemberg.



Anmerkung. Daten und Kartendienste der LUBW. Quelle: Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (Hrsg.) (2024). <https://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/pages/map/default/index.xhtml>

5. VORSTELLUNG DES POTENTIELLEN LÖSCHFLUGZEUGES

In diesem Kapitel soll das potentielle Löschflugzeug DHC-515 vorgestellt werden, dass sich derzeit noch in der Entwicklungsphase befindet und laut Hersteller in wenigen Jahren einsatzbereit sein könnte. Die DHC-515 ist eine leistungsfähigere Version des Löschflugzeugs CL-415, das von der Firma Viking auf Basis der CL-215 von Bombardier Aerospace entwickelt wurde. Im Jahr 2016 erwarb De Havilland Canada, damals noch unter dem Namen Viking Air Ltd bekannt, die Musterzulassungen für die CL-215 und CL-415 von dem Unternehmen Bombardier, das zuvor diese Flugzeuge hergestellt hatte. Mit dieser Akquisition erhielt De Havilland Canada die Lizenz zur Weiterentwicklung und Produktion der Löschflugzeuge.

Abbildung 8

Löschflugzeug CL-215,



Anmerkung. Die hier abgebildete Canadair CL-215 ist das ursprüngliche Modell des heute in Entwicklung befindlichen Flugzeuges DHC-515. Auffallend ist das äußerlich kaum veränderte Design https://de.wikipedia.org/wiki/Canadair_CL-215. Abgerufen am 30.06.2024

Im Februar 2022 erfolgte eine Neuausrichtung der Unternehmen, die zuvor unter den Namen Longview Aviation, Viking Air Ltd, Pacific Sky Training und De Havilland Canada firmierten. De Havilland Canada wurde zur Betreibermarke für diese Unternehmen (De Havilland Aircraft of Canada Limited, 2022). Im März 2022 wurde die DHC-515 offiziell von De Havilland Canada eingeführt und damit die neueste Variante in der Reihe der Löschflugzeuge präsentiert. Mit verbesserten Leistungseigenschaften und Anpassungen, um den Anforderungen moderner Feuerbekämpfung gerecht zu werden, stellt die DHC-515 eine bedeutende Weiterentwicklung dar.

Es gibt bereits großes Interesse von potenziellen Käufern. Im August 2022 wurden 22 Kaufabsichtserklärungen für die DHC-515 abgegeben, was auf das Vertrauen in die Leistungsfähigkeit und den Bedarf an modernen Löschflugzeugen hinweist. (Hemmerdinger, 2022) Bestätigt wurde dies noch einmal im März 2024 als die Südeuropäischen Länder, Kroatien, Frankreich, Griechenland, Italien, Portugal und Spanien Exemplare der DHC-515 bestellten, wobei sich die Europäische Union beteiligte. Ein Löschflugzeug liegt auf Basis der nachfolgenden Daten bei etwa 51,5 Mio. EUR. Dies geht aus dem Vertrag der Canadian Commercial Corp. (CCC), Kanadas staatliche Auftragsvergabestelle hervor, die einen Vertrag mit dem griechischen Ministerium für Klima-

krise und Katastrophenschutz über sieben DHC-515, Ersatzteile, Schulung und Unterstützung unterzeichneten. Das griechische Parlament hatte zuvor den Kauf der sieben DHC-515 für 361 Mio. EUR (384 Mio. USD) genehmigt. Die Auslieferungen sollen im Zeitraum 2027-2030 erfolgen. Zwei der DHC-515 werden vollständig von der Europäischen Union finanziert und sind Teil des RescEU-Zivilschutzprogramms das im weiteren Verlauf dieser Arbeit beleuchtet wird (Jaworowski, 2024).

Im Jahr 2023 begann der Bau des Löschflugzeugs DHC-515, wobei Teile im Werk am Victoria International Airport in British Columbia hergestellt werden. Die Endmontage des Flugzeugs ist vorläufig in Calgary, Alberta geplant, bis eine neue Produktionsanlage in Wheatland County, Alberta fertiggestellt ist. Die Fertigstellung der ersten Gebäude am Standort wird, laut Unternehmensleitung, voraussichtlich im Jahr 2026 erfolgen und somit kurz vor der geplanten ersten Auslieferung des Flugzeugs 2027. Der Bau der neuen Anlage, die den Namen De Havilland Field tragen wird, begann bereits Anfang 2024 (Jaworowski, 2023).

Abbildung 9

De Havilland Field,



Anmerkung. Visuelle Darstellung des geplanten Werks De Havilland Field Quelle <https://dehavilland-field.com/> abgerufen am 01.7.2024

Mit der DHC-515 wird eine verbesserte Löschoperation und vielseitige Einsatzmöglichkeiten angestrebt. Das Flugzeug wird eine wichtige Rolle bei der Bekämpfung von Waldbränden und anderen Katastrophen spielen. Festzuhalten sei, dass die im Bau befindliche DHC-515 das wohl leistungsfähigste und vielversprechendste Flugzeug für den Löschflugzeug Einsatz nach einer langen Evolution sein könnte (De Havilland,

2023). Dem Umstand, dass sich De Havilland kurz vor der Auslieferung des Flugzeuges DHC-515 befindet, ist aber auch geschuldet, dass wenig sensible Leistungsdaten veröffentlicht werden und sich der Autor auf das kurz gefasste Infosheet des Herstellers berufen muss, welches öffentlich im Internet angeboten wird.

Auffällig ist bei einem bildlichen Vergleich, dass sich die DHC-515 äußerlich kaum von ihren Vorgängern CL-415 und CL-215 unterscheidet. Seit dem Erstflug der CL-215 im Jahr 1967 blieb die äußere Form der Flugzeuge nahezu unverändert. Dennoch wurden im Laufe der Entwicklung bedeutende Verbesserungen implementiert.

Abbildung 10

Löschflugzeug CL-415



Anmerkung. Dieses Vorgänger Flugzeug der DHC 515 ist Teil des italienischen Löschflugzeug Flotte, die einen großen Beitrag zu RescEU leistet. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Canadair_16_IT.jpg Abgerufen am 17.06.2024

Die ehemaligen Pratt & Whitney R-2800-CA3 Double Wasp-Sternmotoren welche ursprünglich in der CL-215 verbaut worden sind, wurden schon in der CL-415 durch Turboprop-Antriebe ersetzt. Die DHC 515 wird nun mit noch leistungsstärkeren, effizienteren und zuverlässigeren Pratt & Whitney PW123 Turboprop Triebwerk angetrieben, die gemäß dem Hersteller einen um 50% reduzierten CO₂-Ausstoß verursachen und dementsprechend weniger Kraftstoff benötigen. Die DHC-515 ist außerdem mit modernsten Navigationsinstrumenten und Bordelektronik ausgestattet, die dem neuesten Stand in der Luftfahrt entspricht. Die Wassertankkapazität wurde auf 7000 Liter erhöht und sind in 12 Sekunden zu fluten, was im günstigsten Falle eine tägliche Abwurfmenge von bis zu 700.000 Litern (Angaben des Herstellers) ergeben könnte.

Abbildung 11

DHC -515

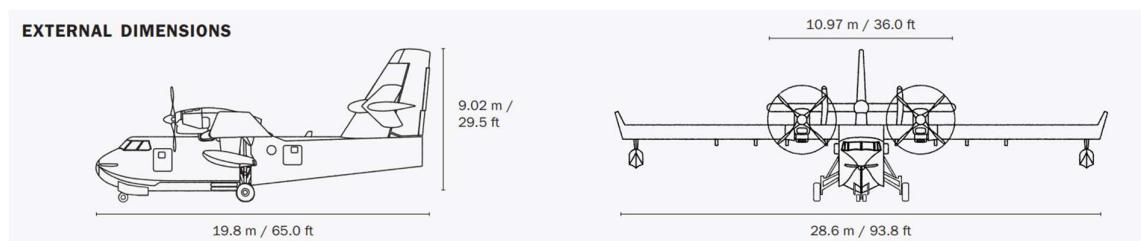


Anmerkung. Bild eines Löschflugzeuges im Moment des Wasserabwurfs. In manchen Fällen werden noch feuerhemmende Zusätze beigemischt, die das Wasser rot färben Quelle: Flugrevue (Hrsg.) (o.J.). DHC 515. Motorpresse Stuttgart GmbH <https://imgr1.flugrevue.de/image-169FullWidth-b6c9558a-1886193.jpg>. Abgerufen am 09.03.2024

Die DHC-515 besitzt außerdem eine erhöhte Seegangs Tauglichkeit von bis zu 2 Metern Wellengang und kann bei böigen Bedingungen aufgrund der neuartigen Tragflächenprofile und verminderter Strömungsabriss- Geschwindigkeit (Stall Speed) sicherer und effizienter Einsätze auch in schwierigem Gelände fliegen.

Abbildung 12

Abmessungen der DHC-515



Quelle: <https://flightplan.forecastinternational.com/2024/04/18/orders-ramp-up-for-new-dhc-515>.
Abgerufen am 14.07.2024 7z t

So ist gemäß De Havilland die DHC-515 ein vielversprechendes Löschflugzeug, dass den Anforderungen moderner Feuerbekämpfung gerecht wird und eine wichtige Rolle bei der Sicherheit und dem Schutz vor Bränden spielen wird. (De Havilland Aircraft of Canada Limited (Hrsg.), 2022) Ein Auszug der wichtigsten Daten sind in nachfolgender Abbildung aufgelistet.

Abbildung 13

Leistungsdaten der DHC-515

Performance DHC-515	
Maximum Cruise Speed	346 km/h / 187 Kts
Cruise Speed	333 km/h / 180 Kts
Stall Speed	126 km/h / 68 Kts
Range	2333 Km / 1260 Nm
Rate Of Climb (CL-415)	8,1 m/s / 1600 ft/min
Takeoff Distance (ISA, Land)	783 m / 2570 ft
Takeoff Distance (ISA, Water)	814 m / 2670 ft
Landing Distance (ISA, Land)	674m / 2210 ft
Landing Distance (ISA, Water)	665m / 2180 ft
Minimum Water Depth (CL-415)	1,8 m
Service Ceiling (CL-415)	4500m / 14700 ft

Anmerkung. Diese Tabelle zeigt die wichtigsten Leistungsdaten des Löschflugzeuges DHC-515, die für diese Arbeit relevant sind. Werte, die noch nicht öffentlich zugänglich sind, wurden von der CL-415 übernommen und entsprechend gekennzeichnet., ISA bedeutet, dass die Leistungsdaten auf die Standardatmosphäre bezogen sind (1013 hpa, 15° Celsius, MSL). De Havilland (Hrsg), 2022.https://dehavillandfield.com/wp-content/uploads/2022/08/dhc-515_Spec_Sheet_web.pdf

Es sei zu erwähnen, dass obwohl in dieser Arbeit viel von der kanadischen Firma De Havilland und deren Neuentwicklung geschrieben wird, die Wiege der Wasserfliegerei historisch gesehen am Bodensee liegt, mit dem mittlerweile vom Flugzeugmarkt verschwundenen Hersteller Dornier. Umso erstaunlicher ist, dass die Wasserfliegerei, im Gegensatz zu vielen anderen Ländern in Europa, in Deutschland kaum mehr vertreten ist und dementsprechend wenige Berührungspunkte in der Öffentlichkeit mit Wasserflugzeugen vorhanden sind (Gratz, 2023).

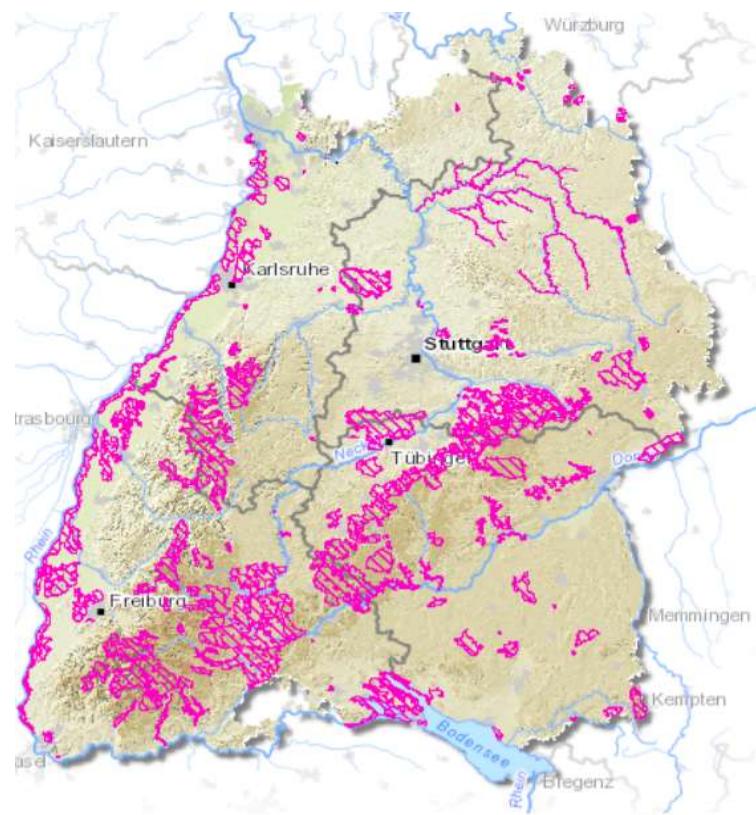
6. LUFTRAUMANALYSE UND FLUGPLANUNG

Eine Betrachtung der deutschen Luftraumstruktur ist für eine Analyse von geeigneten Wasserflächen unverzichtbar. Jedoch fließen auch hier viele rechtliche Faktoren und Regelungen ein, die in dieser Bachelorarbeit nicht berücksichtigt werden können. Da die Angriffshöhen zur Bekämpfung der Waldbrände durch Löschflugzeug im bodennahen Luftraum stattfinden, müssen insbesondere Hindernisse und Flugaktivitäten wie

Motorflug, Segelflug, sowie die immer häufiger auftretenden Hängegleiter-Aktivitäten im Luftraum berücksichtigt werden. Zonen mit erhöhten Vogelflug Aktivitäten, die bei einer Kollision mit einem Flugzeug erheblichen Schaden anrichten können, sollten ebenfalls berücksichtigt werden. Eine Karte des Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg zeigt die Vogelschutzgebiete in Baden-Württemberg und lässt hier gerade im Bereich des Rheines und des Bodensees Gefahrenzonen erkennen (LUBW, 2023).

Abbildung 14

Vogelschutzgebiete in Baden-Württemberg



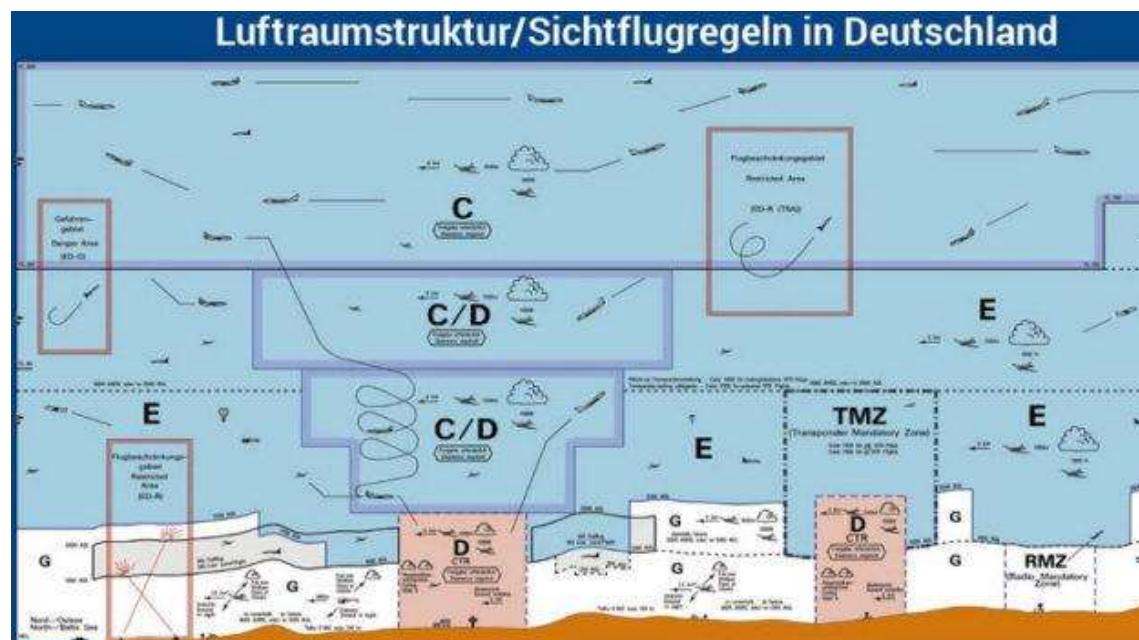
Anmerkung. Die lila Gebiete kennzeichnen Flächen mit erhöhter Vogelflugtätigkeit. Quelle: Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (Hrsg.) (o.J.). *Daten und Kartendienst der LUBW*. <https://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/projekte/pages/map/command/index.xhtml>. Abgerufen am 17.06.2024

Der sogenannte untere Luftraum, in dem sich ein Großteil der oben genannten Flugaktivitäten abspielt, ist der Luftraum G, in dem ausschließlich nach Sichtflugregeln geflogen wird. Die Deutsche Flugsicherung (DFS) unterstützt hier die Piloten auf Anfrage mit einem Fluginformationsdienst (FIS), übernimmt aber keine aktive Separierung der

Flugzeuge untereinander. Dieser Service wird auch Flight Following (Informative Radarüberwachung) genannt und gibt Hinweise auf Gefahren durch andere Flugzeuge sowie Gefahrenzonen. Auch navigatorische Hinweise vor dem Einflug in Kontrollzonen oder in Sperrgebiete können hier übermittelt werden. Die jeweiligen Funkfrequenzen der FIS sind auf den Sichtflugkarten zu finden (DFS, 2023). Eine aktive Radarüberwachung und Steuerung durch die DFS findet nur in den Lufträumen C, D und E statt. Zur besseren Verständlichkeit soll im Folgenden ein exemplarisches Schaubild der Luftraumstruktur in Deutschland abgebildet werden.

Abbildung 15

Luftraumstruktur in Deutschland



Anmerkung. Der weiße bodennahe Bereich stellt den Luftraum G dar, in dem sich ein Großteil der Löschaktivitäten abspielt. Die roten Bereiche sind die Kontrollzonen D, welche teilweise um Flugplätze etabliert sind. Quelle: Deutscher Aeroclub (Hrsg.) (o.J.). *Regelungen und Luftraumstruktur*. <http://www.segelfliegengrundausbildung.de/index.php/theoretische-spl-ausbildung/1-luftrecht/1-7-luftverkehrsordnung-luftraumstruktur>. Abgerufen am 09.07.2023

6.1. SICHTFLUGREGELN

Aufgrund der oben genannten Luftraumstruktur müssen daher am Einsatztag die Wetterverhältnisse den Bedingungen für Sichtflug entsprechen, um einen sicheren Einsatzverlauf zu gewährleisten und auch vor jedem Flug eine meteorologische Flugberatung und Planung stattfinden, wie sie durch gesetzliche Vorgaben der Europäische

Luftverordnung VO (EU) Nr. 923/2012 gefordert ist. Diese meteorologische Beratung muss sicherstellen, dass das Flugzeug Wolkenfreiheit einhalten kann, Bodensicht gewährleistet ist und eine horizontale Sichtweite von 1,5 km vorherrscht. Sollte das Brandgebiet in einer Kontrollzone D oder Luftraum E liegen, ändern sich diese Bedingungen gemäß der oben dargestellten Abbildung Nr. 15 dementsprechend. Da jedoch davon auszugehen ist, dass die Piloten der Löschflugzeuge eine vollumfängliche Airline Transport Licence (ATPL) besitzen, die eine Instrumentenflugberechtigung inkludiert, kann in diesem Falle der Flug auch unter schlechten Sichtbedingungen nach Instrumentenflugregeln durch ein sog. In- flight IFR-Pickup im kontrollierten Luftraum fortgeführt werden und eine sichere Landung am Stationierungsort durchgeführt werden.

6.2 NOTICES FOR AIRMAN (NOTAMS)

Im Zuge der Flugvorbereitung und Planung müssen auch die sogenannten NOTAMs herausgegeben durch die DFS geprüft werden. Diese enthalten Informationen, die über aktuelle Gegebenheiten Auskunft geben, welche in direktem Zusammenhang mit der Luftfahrt stehen und ggf. Auswirkungen auf eine sichere Flugdurchführung haben könnten (DFS, 2023). Löschflugzeug Einsätze könnten so durch die DFS in NOTAMs veröffentlicht werden und andere Teilnehmer am Luftverkehr vor diesen Einsätzen warnen bzw. temporäre Luftraumsperren vornehmen. Auch ist das genaue Studieren der NOTAMs für die Einsatzkräfte selbst sehr wichtig, da diese Informationen enthalten, wie z.B. Start -und Landebahn-Schließungen an Flughäfen oder bodenseitige Ausfälle von Systemen wie Navigationshilfen. Ein Beispielhaftes NOTAM in diesem Falle von dem Verkehrsflughafen Stuttgart ist in folgender Abbildung 13 zu sehen und wurde aus einem Briefing Dokument von einem Linienflug eines Lufthansa Cargo Fluges vom 23.05.2023 entnommen. Diese NOTAMs werden normalerweise im Zuge der Flugplanung bereitgestellt, zusammen mit dem obligatorischen Flugplan, den gesetzlich geforderten Mindestmengen an Treibstoff, Wetterdaten und weiteren Flugunterlagen. Hierzu bedarf es eines Aircraft Operation Center (AOC), welches die Flugzeuge betreibt und beim Luftfahrtbundesamt eingetragen sein muss. Wer dieses AOC betreiben könnte, wird einer wirtschaftlichen Prüfung und eines zuständigen Betreibers der potentiellen Löschflugzeug Flotte bedürfen (Lufthansa, 2024).

Abbildung 16

NOTAM Auszug eines Lufthansa Cargo Linienfluges am 23.05.2023

```
EDDS /STR  STUTTGART - DETAILED INFO
-----
+++++ RUNWAY ++++++
1A3043/23      VALID: 30-JUN-23 0904 - 31-AUG-23 2359 EST
    PDG ALL IFR DEP RWY 25 RAISED TO 4.2 PERCENT TIL PSG 1900FT, DUE
    TO CRANE, PSN 484011N 0090953E, 3300M BEHIND DER RWY 25, 1000M SE
    OF RCL, ELEV 1648FT/118FT AGL.
    DAY AND NIGHT MARKED.
1A2031/23      VALID: 02-MAY-23 1246 - 02-AUG-23 2359 EST
    DUE TO COVERAGE OF STG DVOR/DME THE FLW CHANGES TO MAPCH OCCUR:
    ILS OR LOC AND VOR RWY 25:
    DISREGARD R277 STG. USE R223 LBU ONLY.
    REF AIP AD2 EDDS 4-2-1 DATED 01 DEC 2022, 4-3-1 EFF 26 MAR 2020.
+++++ APPROACH PROCEDURE ++++++
1A3019/23      VALID: 29-JUN-23 0700 - 14-JUL-23 1200 EST
    ILS RWY 25 NOT AVBL, DUE TO MAINT. DO NOT USE, FALSE
    INDICATION POSS.
+++++ AIRPORT ++++++
1P4555/23      VALID: 21-JUN-23 0900 - 21-SEP-23 2359
    MIL RAMP GROUNDING POINTS UNRELIABLE.
    NOTIFY FLTOPS IF REQUIRED.
1A2432/23      VALID: 25-MAY-23 0833 - 25-AUG-23 0900
    REPLACEMENT OF DOCKING GUIDANCE SYSTEM ON ACFT STANDS 9-19 WITH
    TKE APRONVISION SYSTEM. DO NOT ENTER ACFT STAND IF DOCKING
```

Anmerkung. Die zahlreichen Abkürzungen in diesem NOTAM beziehen sich auf vom standard procedure abweichenden Bedingungen und temporären Änderungen . In abgebildeten Notam z.B. auf Baustellenkräne und veränderten Steigraten oder ausgefallene Navigationsanlagen. Quelle: Lufthansa (Hrsg.) (2024). *IFF-Flight Documentation and Briefing package*.

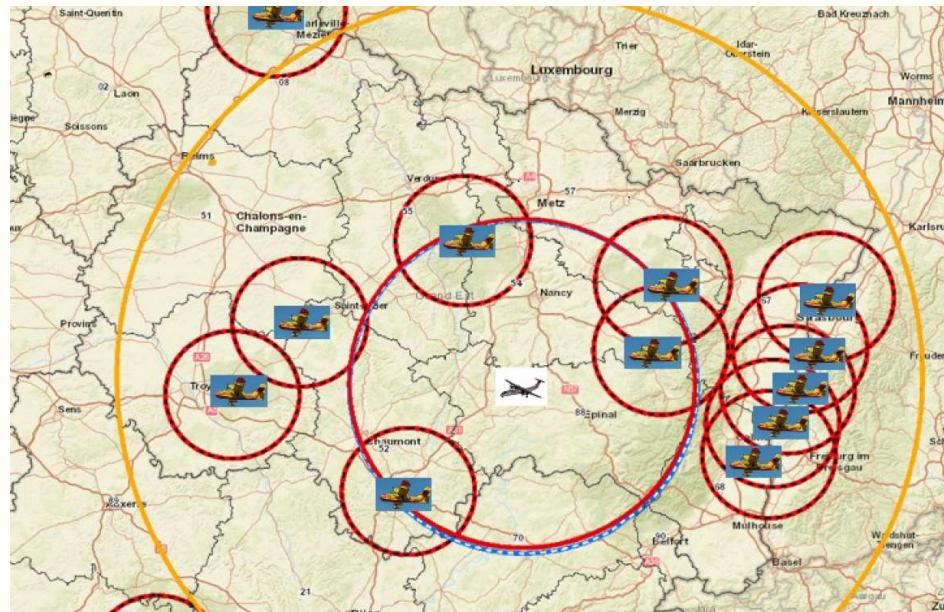
7. STATIONIERUNGSORTE UND TANKANLAGEN

Flugzeuge müssen getankt, gewartet und an einem Ort stationiert sein, der diese notwendige Infrastruktur bereithält und einen möglichst ökonomischen und reibungslosen Betrieb gewährleistet. Es sollte darauf geachtet werden, Flughäfen als Stationierungsort zu wählen, die möglichst wenige kommerzielle Flugbewegungen aufweisen und genügend Stellflächen für langfristige Stationierung besitzen. Beschränken wir uns auf die Flughäfen und Verkehrslandeplätze in Baden-Württemberg, so finden wir neben dem Landesflughafen Stuttgart, dem Regionalflughafen Karlsruhe/Baden-Baden und Friedrichshafen, 18 weitere Verkehrslandeplätze wie z.B. der Flughafen Lahr oder Freiburg (BMV, 2023). Ein besonderes Augenmerk ist auf die Treibstoffversorgung zu legen, da nicht jeder Verkehrslandeplatz, der theoretisch in Frage käme, auch in ausreichenden Mengen oder überhaupt Kerosin (Jet A1, Jet A, JP8) vorhalten kann. Außerdem muss darauf geachtet werden, dass die weiteren Verkehrslandeplätze über

ausreichende Startbahnlänge, zugelassene Rollwege und Parkflächen verfügen. So scheidet z.B. Freiburg schon durch mehrere oben genannte Kriterien, die nicht erfüllt werden, aus. Mit Hilfe der jeweiligen Reichweite und Flugdauer (Endurance) der Löschflugzeuge kann dann geplant werden, wie viele Flugbewegungen und Tankvorgänge für einen Einsatztag zu erwarten sind. Basierend auf den vorliegenden Daten des Infosheets zur DHC-515 können unter optimalen Bedingungen innerhalb einer Stunde Einsatzzeit bis zu 6 Wasserabwürfe durchgeführt werden. Diese Leistung kann erreicht werden, wenn das Feuer in unmittelbarer Nähe einer anfliegbaren Wasserfläche ausgebrochen ist. Die im Infosheet angegebene Nettoflugzeit beträgt im Durchschnitt 3 Stunden und lässt bei einer vom Hersteller angegebenen Reisefluggeschwindigkeit von 333 Km/h, die Still Air Distance (die Flugdistanz eines Flugzeuges ohne Einfluss von Wind Effekten) auf ungefähr 1000 Kilometer beziffern.

Abbildung 17

Einsatzradien des Canadair CLH-415 in Frankreich



Anmerkung: Die Karte deckt den westlichen Bereich des Rheines auf Höhe der Baden-Württembergischen Landesgrenze ab und lässt viele Stellen zur Löschwasseraufnahme im Bereich des Rheines erkennen sowie größere Seen wie z.B. den Lac de Gerardmer in den Südwestalpen. Quelle: Préfecture du Bas-Rhin (Hrsg.) (2023). Recueil des Actes Administratifs De La Préfecture Bas Rhine. In: Publié au RAA de la Préfecture du Bas-Rhin le 02/06/2023. S.36. ISSN 0299-0377

Die Nettoflugzeit beschreibt die reine Flugzeit, bei der nach einer Landung noch die vom Gesetzgeber vorgeschriebene Restmenge an Treibstoff für eine theoretische Flugzeit von 30 min am geplanten Ausweichflughafen vorhanden sein muss (Lufthansa, 2024). Diese Reichweite wird dann in der Praxis eine wichtige Entscheidungshilfe sein, die jeweiligen Wasserflächen und die zugehörigen Flugplätze je nach Brandereignissen festzulegen. Eine von der französischen Präfektur des Departements Niederrhein durchgeföhrter Aktionsplan, wie im Falle eines Brandereignisses mit der in Frankreich vorhandenen Löschflugzeugflotte reagiert werden soll, gibt einen Anhaltspunkt wie man die Aktionsradien der Flugzeuge graphisch darstellen, und auch in Deutschland übernehmen könnte.

Der Aktionsradius ist in diesem Falle um den Flughafen von Miracourt (Frankreich) gelegt und durch den roten und orangenen Kreis markiert, die eine Eintreffzeit von ca. 15 min (rot) und ca. 30 min (orange) kennzeichnen. Die kleinen roten Kreise kennzeichnen Wasserflächen zur Löschwasseraufnahme. Auffallend ist hier die Häufung der Aufnahmestellen entlang des Rheines, welche auch für die Evaluierung der Wasserflächen für Baden-Württemberg eine wichtige Rolle spielen. An Abbildung 15 ist zu erahnen, wie wichtig eine Zusammenarbeit mit Frankreich sein wird, die durch ihre schon seit Jahrzehnten vorhandene Löschflugzeugflotte und die dazugehörige Infrastruktur und ihre Expertise ein wichtiger Partner in allen Fragen für die zuständigen Behörden in Deutschland sein sollten. Der von der Europäischen Union 2001 beschlossene Zivilschutzplan, der jetzt unter dem Namen „rescEU“ geföhrert wird und anfänglich schon erwähnt wurde, geht in die Richtung einer intensiveren Zusammenarbeit innerhalb der Europäischen Länder und stellt sowohl finanzielle Mittel für die Modernisierung und Anschaffung einer Löschflugzeugflotte, als auch ein Koordinationszentrum in Brüssel, welches europäische Hilfegesuche verarbeitet, zur Verfügung. Da dieser Notfallmechanismus auf Freiwilligkeit der EU-Länder basiert, bleibt das Unterfangen hinter den ursprünglichen Erwartungen der Europäischen Kommission, einer jährlichen Bereitstellung von finanziellen Mitteln, über 200 Millionen Euro bis jetzt zurück (Pundy, 2019).

8. ZUSAMMENFASSUNG DER AUSWAHLKRITERIEN

Bevor nun geeignete Wasserflächen in Baden-Württemberg gekennzeichnet werden, sollen hier nochmal die wesentlichen Punkte zur Entscheidungsfindung und die mögliche Reihenfolge vorgestellt werden.

- 1. Nutzbare Flugplätze und Rahmenbedingungen:** Um nutzbare Flugplätze und Rahmenbedingungen zu klären, empfiehlt es sich, eine Abstimmung mit den Flughafenbetreibern durchzuführen. Dabei kann auf die LOA (List of Authorized Airports) der Lufthansa zurückgegriffen werden, die dem Autor vorliegt. Es ist ratsam, diese Informationen im Voraus zu klären, um im Ernstfall direkt auf die bestmöglichen Optionen zugreifen zu können. Unter "Handling: a" kann man beispielsweise anhand der Erläuterungen für den Flughafen Karlsruhe/Baden-Baden erkennen, dass dieser Flugplatz alle Anforderungen an Bodenabfertigung und Betankungsmöglichkeiten erfüllt und mit verschiedenen Anflugverfahren auf eine 3000 m lange Landebahn eine gute Wahl als Standort bietet.

Abbildung 18

Auszug aus der List of Authorized Airports der Lufthansa Cargo AG

KARLSRUHE/BADEN-BADEN EDSB/FKB Emerg. Field No.: 0 Variation: E003.3				
<hr/>				
				B77F
				Qualification : A
				Perf.Documentation : Y
				Handling : a
<hr/>				
RWY		D-IAL-MIM	B-IAL-MIM	C-IAL-MIM
APCH				
03 CAT1			(200)-	(200)-
(200)-				
03 LOC+DME			(400)-	(400)-
(400)-				
03 NDB+DME			(580)-	(580)-
(580)-				
03 RNAV GPS LNAV			(400)-	(400)-
(410)-				
03 RNAV GPS LNAV/VNAV			(288)-	(298)-
(308)-				
03 RNAV GPS LPV			(154)-	(163)-
(173)-				

Anmerkung: Die Abkürzungen CAT 1, LOC, RNAV etc. beschreiben bestimmte Instrumentenanflüge auf Landebahnen und die Zahlen, die Landebahnrichtung und die höchstzulässige Wolkenuntergrenzen für den jeweiligen Anflug. Quelle: Lufthansa (Hrsg.) (2024). *Operational-Manual, Part-C. List of authorized Airports (LOA)*

- 2. Eignung der Wasserflächen prüfen:** Um Wasserflächen zu identifizieren und auf ihre Eignung gemäß den in Kapitel 6 festgelegten Mindestmaßen zu überprüfen, könnte in Anlehnung an Lufthansa ein Assessment- Verfahren implementiert werden, welches

nach einem bestimmten Schema abgearbeitet wird und z.B. für die Evaluierung neuer Destinationen im Streckennetz angewendet wird. Folgende Abbildung enthält einen stark verkürzten Auszug aus dem Operation-Manual Part A der Lufthansa Cargo AG, wie eine solche Herangehensweise aufgebaut ist.

Abbildung 19

Use of Aerodromes Operational Manual Part A

Following factors shall be taken into account:	Checked by
• controlled or uncontrolled aerodrome	FRA F/OF-O
• surrounding terrain	FRA F/OF-B
• available instrument approach procedures	FRA F/OF-B
• the type, performance and handling characteristics of the aircraft	FRA F/OF-B
• runway length/characteristics/MALW	FRA F/OF-O,

Anmerkung: Die Abkürzungen FRA F/ OF- benennen die jeweils firmeninternen Abteilungen der Lufthansa Cargo, die für die entsprechenden Bereiche der Anflüge und ihrer Evaluation zuständig sind.
Quelle: Lufthansa (Hrsg.) (2024). *Operational-Manual, Part-A. Chapter 8.1.2 Use of Aerodromes*

3. **Erarbeitung entsprechender Anflugverfahren** mit Hilfe der bereits erwähnten ICAO-Sichtflugkarten und die Begehung der Wasserflächen. Hier sollte schon im Vorfeld die Hindernissituation im Umfeld begutachtet werden.
4. **Verortung der gefährdeten Waldflächen:** Zur Identifikation möglicher Brand-Hot-Spots sollte der Waldbrandgefahrenindex des DWD und der jährliche Waldzustandsbericht der Deutschen Bundesregierung, der im Internet einzusehen ist, zu Rate gezogen werden. Hier wäre ggf. eine Idee, die zahlreichen Forstbezirke in einer zentralen Meldestelle zusammenzuführen und so die Möglichkeit zu bieten, potentielle Gefahrensituationen zu erkennen und zu melden. Wie hier die technischen Möglichkeiten gerade im Bezug auf Vernetzung und Programmierung eines solchen Programms sind, entzieht sich leider den Kenntnissen des Autors (<https://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/waldzustandsbericht-2022-2172592>. Abgerufen am 18.05.2024).
5. **Etablierung einer Alarmkette:** Die Etablierung einer Alarmkette welche Rettungskräfte, Wasserschutzpolizei, Flugsicherung und Piloten mit einbezieht und die zuständigen Behörden informiert, um einen gemeinsamen Aktionsplan zu erarbeiten. Dieser Aktionsplan sollte die Datenübermittlung wie Pegelstand-Abfragen, meteorologische Informationen und Kommunikation mit der Flugsicherung sicherstellen und von der

DFS verwendet werden, um wichtige Luftraumserrungen und Hinweise in den NOTAMs zu veröffentlichen. Die ersten 2 Punkte sollten schon im Vorfeld erarbeitet und in festgelegten Intervallen besonders vor dem Beginn der Sommerzeit aktualisiert werden.

9. GEBIETSEINGRENZUNG

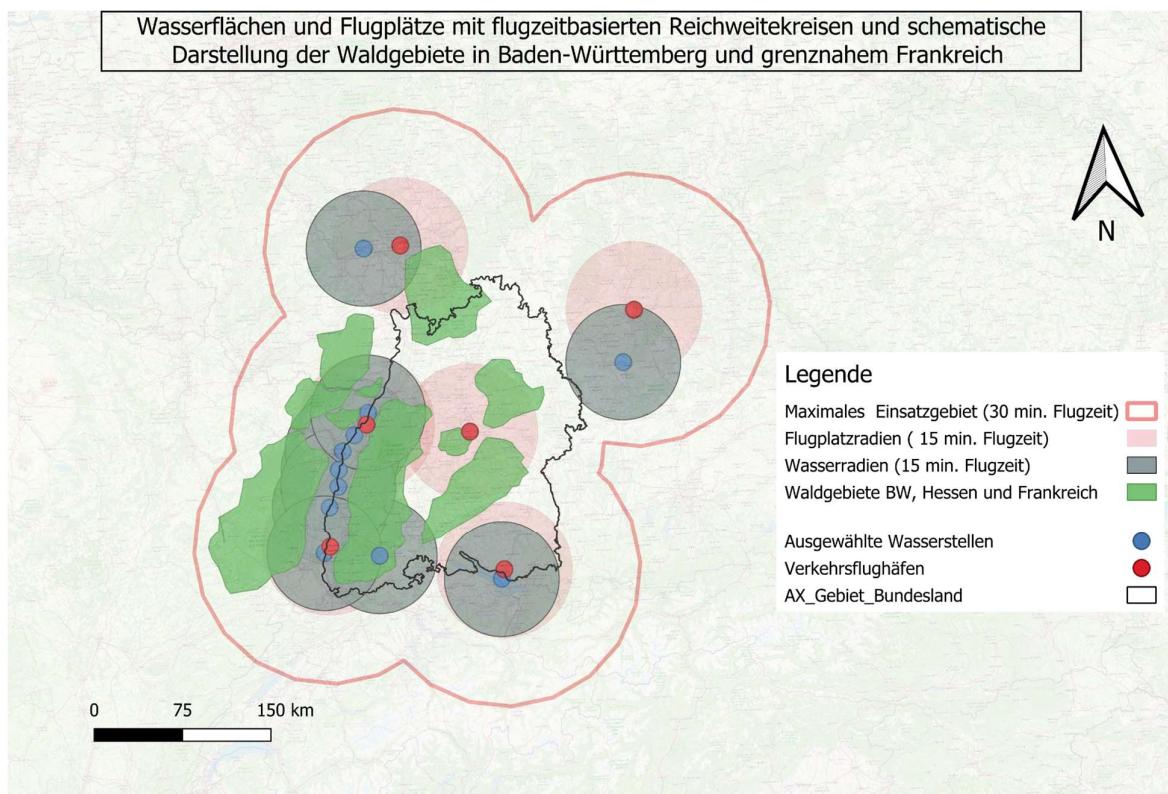
Nach dem in Kapitel 7. aufgeführten Aktionsplan sollen die Verkehrsflughäfen Karlsruhe (EDSB), Stuttgart (EDDS), Friedrichshafen (EDNY), Basel Mulhouse (LFSB) und Nürnberg (EDDN) in Erwägung gezogen werden. Alle 5 Flughäfen verfügen über eine vollumfängliche Infrastruktur, um eine Flugzeugabfertigung und Betankung zu gewährleisten. Die jeweiligen Betreiber für die Abklärung der Rahmenbedingungen, Betriebsabläufe und Kostenfragen sind respektive die Baden Airpark GmbH, die Flughäfen Stuttgart GmbH und die Flughafen Friedrichshafen GmbH. Da ein reibungsloser Betriebsablauf ein hohes Maß an Vorbereitung und Verhandlungen bedarf, ist es daher ratsam, schon früh mit der Planung und Verhandlung zu beginnen, unter der Bedingung, dass eine Stationierung von Löschflugzeugen an diesen 5 Standorten möglich ist. Für alle weiteren in Kapitel sechs genannten Verkehrsflughäfen müsste im Bedarfsfall in gleicher Weise herangegangen werden. Eine Abschätzung der Kosten und Planungszeit ist in dieser Bachelorarbeit nicht möglich. In einem nächsten Schritt sollen mit Hilfe des eingangs erwähnten GIS-Programmes, Radien entsprechend der Flugzeit des CL-415 von 15 und 30 min (respektive 83 und 166 km) eingezeichnet werden. Bei dieser theoretischen Entfernungsangabe muss aber noch die Beschleunigungszeit auf Reisegeschwindigkeit nach dem Start und das Reduzieren auf Löschangriffsgeschwindigkeit und erneute Herstellung der Landekonfiguration des Flugzeuges berücksichtigt werden. Diese reduziert nach Einschätzungen des Autors die theoretische Reichweite um ca. 15 Kilometer. In diesen Einzugskreisen sollen nun geeignete Wasserfläche zur Löschwasseraufnahme liegen. Um diese Wasserstellen werden wiederum Kreise korrespondierend zu 15 min Flugzeit gelegt, die im besten Falle die graphisch implementierten und grün dargestellten Waldgebiete abdecken sollten. Wenn nun der tagesaktuelle Waldbrandindex des DWD für Baden-Württemberg über diese Grafik gelegt wird, könnte so der für die jeweilige Wettersituation bestmögliche Flughafen bestimmt wer-

den. Denkbar wäre auch ein Computerprogramm, dass die Daten des DWD, die aktuelle Windsituation, Daten von Forstämtern und die vordefinierten Wasserflächen auswertet und

automatisch den sinnvollsten Flughafen und Wasserflächen an die zuständigen Stellen z.B. den Feuerwehren, dem Katastrophenschutz, (Ministerium des Inneren, für Digitalisierung und Kommunen, Willy-Brandt-Straße 41, 70173 Stuttgart), den Flugsicherheitsstellen DFS und der Wasserschutzpolizei weiterleitet. Ob dies darstellbar ist, müsste mit IT-Experten zu gegebener Zeit erarbeitet werden. Eine nach der Vorstellung des Autors erstellte Karte könnte demnach folgendes Layout besitzen.

Abbildung 20

Q-GIS Karte des Untersuchungsgebietes



Anmerkung: Die schematischen Darstellungen der Waldgebiete, Wasserstellen und Reichweitenkreise sind über der Openstreetmap EPSG:3587 projiziert. Im westlichen Bereich außerhalb der Baden-Württembergischen Gebietsgrenze sind die Waldgebiete der Vogesen, Pfalz, Bienwald und Gros-Chene abgebildet. Quelle: Eigene Darstellung in QGIS Version 3.32

Um den Einsatzkräften und insbesondere den Piloten einen Überblick des Geländes für ihre Einsätze zu geben, müssen die Wasserflächen mit Hilfe einer sogenannten ICAO-Sichtflugkarte identifiziert werden und diese auf Hindernisfreiheit und markante

Geländemerkmale untersucht werden. Auf dieser Basis können dann im Vorfeld Anflugverfahren etabliert werden, die eine vertikale und horizontale Hindernisfreiheit ermöglichen. Natürlich ist es unabdingbar eine Begehung der Wasserflächen vor Ort durchzuführen und ggf. Hindernisse zu erkennen, die in den Sichtanflugkarten aufgrund des Maßstabes nicht zu erkennen sind, wie z.B. Hochspannungsleitungen oder Bewuchs in Ufernähe.

10. AUSZUG NUTZBARER WASSERFLÄCHEN IN BADEN WÜRTTEMBERG

Auf Basis der vorhergehenden Überlegungen folgt nun eine Liste der möglichen Wasserflächen in Baden-Württemberg, die den oben angeführten Kriterien entsprechen. Eine ausführlichere Analyse soll aber nur für den Schluchsee und einen Rheinabschnitt durchgeführt werden, einschließlich Begehung vor Ort, da sonst der Rahmen dieser Bachelorarbeit überschritten wird.

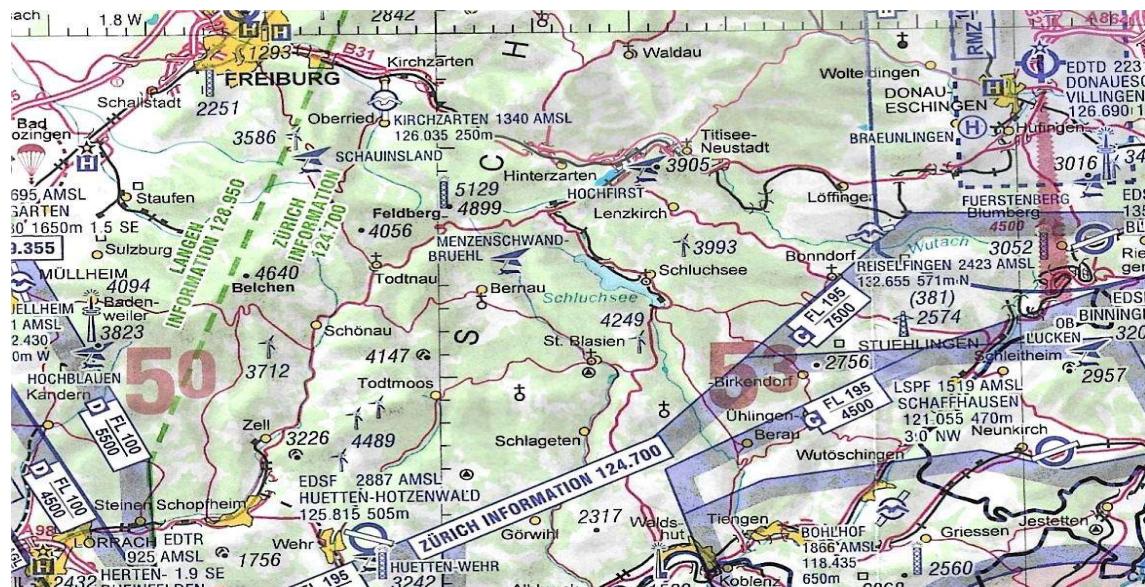
10.1 SCHLUCHSEE

Der Schluchsee, ein ehemaliger Gletschersee des Feldberges, erstreckt sich über eine Länge von 7.500 Metern bei einer maximalen Breite von 1.500 m und einer maximalen Wassertiefe von 61 Metern. (Schluchseewerke, 2023). Seine nordwestliche, respektive südöstliche Hauptausrichtung passt gut zu der in diesem Land vorherrschenden westlichen Hauptwindrichtung in Bezug auf Anflüge Richtung Westen. Aber auch Anflüge in östliche Richtung sind durchführbar. Die Seehöhe von ca. 920 Metern (3018 Fuß) über NN liegt in hügeliges Gelände eingebettet, welches sich im Süden auf 1.295 m (4249 Fuß) erhebt und durch eine gekennzeichnete Windenergieanlage als höchste Hindernis in der ICAO-Karte verzeichnet ist. Im Norden erreichen die Hügel mit vorhandenen Windrädern eine Höhe von 1.217 m (3.993 Fuß) und im Westen ist in genauer Verlängerung und mit kontinuierlicher Steigung des Geländes im Abflugsektor das Feldberg Massiv mit dem höchsten Punkt des Schwarzwaldes von 1.563 m (5.129 Fuß) anzutreffen. Aus dem Osten kommend und damit im Anflugsektor auf den Schluchsee sind keine nennenswerten Erhebungen und die höchste Elevation mit 840 m (2.756 Fuß) die auf der ICAO-Karte eine flugrelevante Erhebung markiert, liegt unter der Höhe des Schluchsee Pegels. Der kritischste Teil der Wasseraufnahme ist somit

der Abflugsektor Richtung Westen, da hier eine Höhendifferenz von 643 Metern in einer Distanz von 10.000 m zu überwinden ist. Da die Steigleistung des Herstellers für die CL-415 mit 8,1 m/s (1.600 Fuß/min) bei maximalem Abfluggewicht angegeben ist und von der DHC-515 vermutlich übertroffen wird, sollte diese Differenz innerhalb von 80 Sekunden im besten Falle überwunden sein. Bei einer angenommenen und realistischen Steiggeschwindigkeit ($V_2 + 15\text{kt}$) von 200 km/h würde diese Höhe somit in ca. 4.500 – 5.000 Metern erreicht sein. Für den Fall eines Triebwerkausfalles, wie er in der kommerziellen Luftfahrt in der Leistungsberechnung immer für den „Worst Case“ nämlich Ausfall der critical engine bei der Startabbruchs- Entscheidungsgeschwindigkeit v_1 mit einbezogen wird, müssten spezielle sog. One-Engine Out Verfahren implementiert werden, die komplexe Leistungsberechnung und Daten erfordern. Diese Daten sollten vom Hersteller beim Kauf eines Flugzeuges zur Verfügung gestellt werden. Solche Detailfragen, die weit über das Thema dieser Bachelorarbeit hinausgehen, sollten abermals die Vielschichtigkeit der Anforderungen an eine Flgdurchführung vor Augen führen und werden vom Autor aufgrund seiner Kenntnisse im Bereich Flugzeug-Performance mitberücksichtigt.

Abbildung 21

Ausschnitt ICAO Karte im Bereich Schluchsee



Anmerkung. Das farbliche Layout der ICAO Karte entspricht den Geländebeschaffenheiten und die zahlreichen Daten und Zahlen beziehen sich zum größten Teil auf Flugrelevante Höhenangaben. Quelle: DFS Deutsche Flugsicherung GmbH (Hrsg.) (2023). *Luftfahrtkarte Aeronautical Chart ICAO 1:500 000*. Blatt Stuttgart (NO 47/6). DFS

Ein Blick auf die Luftfahrtkarte zeigt, dass der Schluchsee in einem unkontrollierten Luftraum liegt und daher die in Kapitel 6.1. erläuterten Sichtflugregeln volumnfänglich zur Anwendung kommen. Drei Startgebiete für Hängegleiter und zwei Segelfluggelände, deuten auf eine erhöhte Luftsportaktivität in diesem Bereich hin und sollte ggf. per NOTAM an den entsprechenden Einsatztagen informiert werden, bzw. eine vorübergehende Sperrung dieser Gelände in Erwägung gezogen werden.

Abbildung 22

Schluchsee Aufnahme aus der Luft



Anmerkung. So könnte sich die Anflugperspektive eines Flugzeuges mit östlicher Landerichtung auf den Schluchsee darstellen. Quelle: Andreya, M (2021). *Luftbild Schluchsee* <https://www.vongan-zoben.de/luftbilder/luftbild-schluchsee/>

Abbildung 23

Schluchsee aus der Uferperspektive



Anmerkung. Sicht auf den Schluchsee Richtung Westen. Im Hintergrund ist die Feldbergspitze zu erkennen und das Gelände, welches kontinuierlich ansteigt. Eigene Aufnahme 16.09.2023

Abbildung 24

Schluchsee Ufer am östlichen Seerand

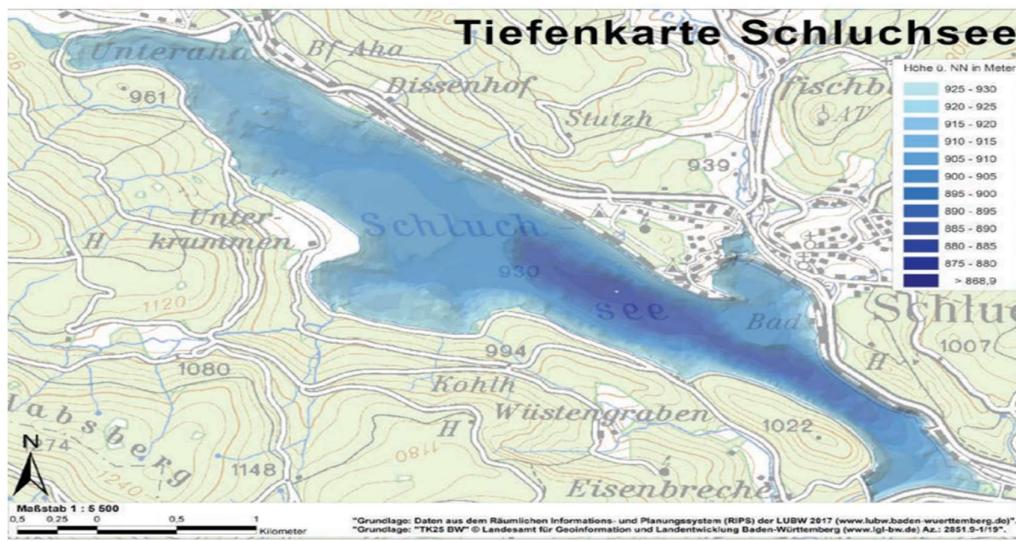


Anmerkung. Anflugsektor aus dem Osten, der bei den in unseren Breiten vorherrschenden Westwind-Lagen die wahrscheinlichste Anflugrichtung sein wird. Eigene Aufnahme

Eine Begehung vor Ort fand durch den Autor am 16.09.2023 statt, wo auch die Abbildungen 21 und 22 entstanden. Hier legte der Autor besonderen Augenmerk auf versteckte Hindernisse im An- und Abflugbereich wie Stromleitungen, Handymasten oder andere hochragende Bauwerke. Bei dieser Begehung konnten keine Hindernisse in unmittelbarer Nähe sowohl im östlichen als auch im westlichen Ufergebiet festgestellt werden. Geht man nun von einem imaginären Aufsetzpunkt ca. 1.000 Meter hinter der östlichen Ufer Markierung und einem üblichen Anflugwinkel von 3 Grad aus, so würde das östliche Ufer mit einem Höhenüberschuss von 47 m überflogen werden. Der imaginäre Aufsetzpunkt im Falle eines Anfluges aus dem Westen müsste nach Einschätzungen des Autors mindestens 2.000 Meter Richtung Seemitte verschoben werden, um Hindernisfreiheit bei einem 3 Grad Gleitwinkel über dem abfallenden Gelände zu gewährleisten. Da der Schluchsee gerade in der Sommerzeit und somit Brandzeit eine attraktive Reise und Naherholungsgebiet ist, mit einer großen Bandbreite an Wassersportaktivitäten, wird die größte Gefahr für den Löschflugzeugverkehr darin liegen, die Seefläche über den Einsatzzeitraum frei von Badegästen und Schiffsverkehr zu halten. Eine eigene Meldestelle oder Wasserschutzpolizei für den Schluchsee konnte vom Autor nicht ausfindig gemacht werden. Die hoheitlichen Aufgaben für den Bereich Schluchsee werden von der zuständigen Polizeidienststelle in Titisee-Neustadt übernommen. (Polizeirevier Titisee).

Abbildung 25

Tiefenkarte Schluchsee aus dem Jahre 2016

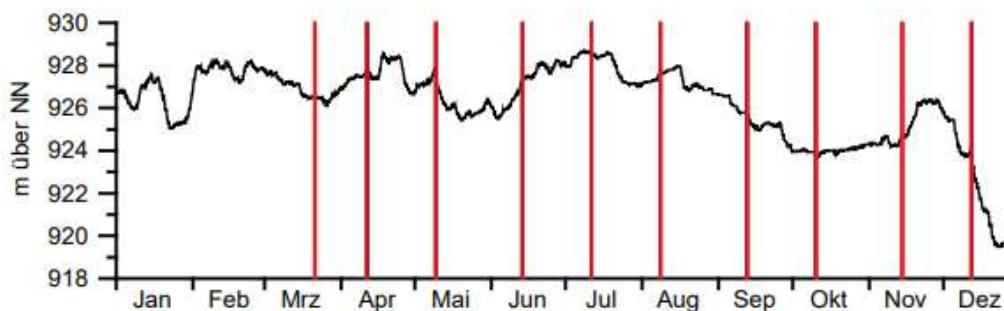


Quelle: LUBW (Hrsg.) (2016). ISF Arbeitsbericht 2016. S.86-88. https://pudi.lubw.de/detailseite/-/publication/10084-ISF_Arbeitsbericht_2018.pdf

Die Pegelstände des Schluchsees unterliegen wie fast alle Gewässer jahreszeitlichen Schwankungen, wie Abbildung 26 zeigt.

Abbildung 26

Pegelstandsverlauf des Schluchsees im Jahre 2016



Anmerkung. Hier sind die Pegelstände im Jahresverlauf 2016 zu erkennen. Auffallend ist hier vor allem der über die Sommermonate relativ konstante Füllungsgrad des Schluchsees. Quelle: LUBW (Hrsg.) (2016). ISF Arbeitsbericht 2016 S.86-88. https://pudi.lubw.de/detailseite/-/publication/10084-ISF_Arbeitsbericht_2018.pdf

Diese sind jedoch in den Sommermonaten nicht so stark ausgeprägt, da der Schluchsee aufgrund seiner Pumpspeicher Funktion in der Wasserhöhe reguliert wird und durch seine große Wassertiefe ein erhebliches Volumen aufweist, welches auch bei hoher Verdunstungsrate noch genügend Tiefen Kapazität für Löschflugzeuge bietet. Die Pegelstände können im Bedarfsfall über die Homepage der Schluchseewerke www.schluchseewerk.de in Echtzeit abgerufen werden.

Eine Übersichtskarte des LUBW über Landschafts- und Vogelschutzgebiete lässt erkennen, dass im Bereich Schluchsee keine explizit ausgewiesenen Schutzzonen vorhanden sind und somit keine gesteigerte Vogelflug-Aktivität oder besonders schützenswerte Flora oder Fauna bei Löscheinsätzen in Mitleidenschaft gezogen wird. Aus den Flugzeit-Reichweite Kreisen der Abbildung 16 kann man entnehmen, dass für den Schluchsee der geeignete Flugplatz der Verkehrslandeplatz Lahr (LHA) ist. Ob dieser jedoch von der Infrastruktur genügend Kapazitäten vorweisen kann, bedarf zu gegebener Zeit einer intensiveren Untersuchung. Alternativ ist der Verkehrsflughafen Basel-Mulhouse (LFSB) oder mit größerer Reichweite und somit Einsatzzeit Verlusten der Flughafen Karlsruhe-Baden (EDSB) oder Stuttgart (EDDS) zu wählen

10.2 DER BODENSEE

Der Bodensee ist ebenfalls ein ehemaliger Gletschersee und eines der größten Binnengewässer Europas. Ein Großteil seiner nördlichen Ufertrasse liegt in Baden-Württemberg und ist daher für die potentielle Löschwasseraufnahme geeignet (Wöllper, 2011). Durch seine immense Größe von 536 Quadratkilometern sind Anflüge aus jeder Richtung gegen die jeweilige Windrichtung denkbar und durch den Verkehrsflughafen Friedrichshafen ist eine Stationierung und Betankung in unmittelbarer Nähe möglich. Das umliegende Gelände ist als Hindernis unkritisch anzusehen und durch die große Seefläche sind keine Hindernisse wie Stromleitungen, Sendemasten etc. für den Flugverkehr zu erwarten, bis diese eine ausreichende Flughöhe erreicht haben und Richtung Einsatzort abfliegen. Auch im Falle eines Triebwerkausfalles stellt die große Seefläche genügend Areal zur Verfügung, die entsprechenden Verfahren (OEI) abzufliegen (siehe Kapitel 10.1).

Abbildung 27

Luftaufnahme Bodensee



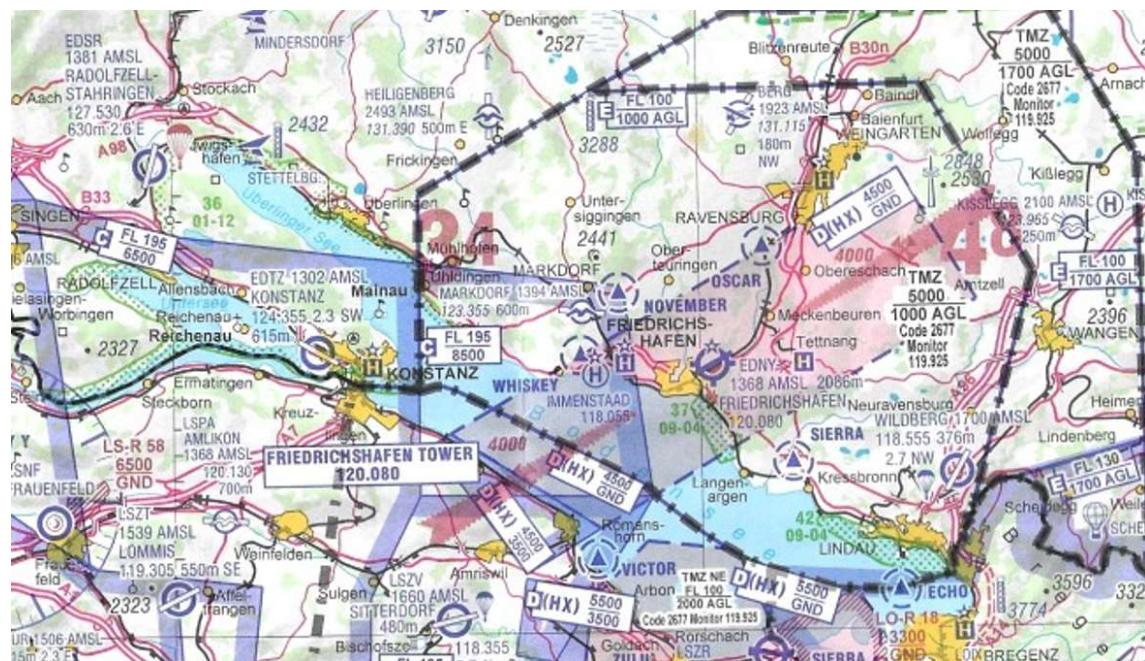
Anmerkung. Diese Luftbildaufnahme zeigt den Bodensee aus dem Westen aufgenommen mit Blickrichtung Osten und verdeutlicht das große und anfliegbare Wasserareal. Quelle: Bodensee Online-Zeitung (Hrsg.) (o.J.). See-Infos.de http://see-infos.de/wp-content/uploads/2013/06/Bodensee_Alpen_Mende_9677_10x15_300dpi_Bild_Achim_Mende.jpg. Abgerufen am 18.06.2024

Durch seine vielfältige Nutzung für Wassersportaktivitäten und die intensive kommerzielle Schifffahrt in Form von Fährbetrieb und Ausflugsschiffen, vor allem in den Sommermonaten, ist bei diesem Gewässer das besondere Augenmerk auf eine Absicherung und Freihaltung des anzufliegenden Areals zu legen. Diese wird prinzipiell durch die zuständigen Polizeidienststellen gemäß der Verordnung des Verkehrsministeriums zur Einführung der Bodensee-Schifffahrt-Ordnung mit der amtlichen Abkürzung: EinfVO-BSO vom 10.12.2001 geregelt. In dieser Verordnung ist auch unter Artikel 11.3 der Verkehr mit Luftfahrzeugen auf dem Bodensee niedergeschrieben. Der Pegelstand des Bodensees unterliegt minimalen Schwankungen, die für die Löschwasseraufnahme keine Probleme darstellen sollten und durch verschiedene Dienststellen der Anreinerstaaten auf einer Internetseite unter www.bodensee-hochwasser.de über verschiedene Beobachtungszeiträume zur Verfügung gestellt werden. Die insgesamt fünf ausgewiesenen Vogelschutzgebiete „Bodenrück“ „Mindelsee“ „Konstanzer Bucht“ und „Untersee“ sowie Teile des Überlinger Sees deuten auf eine erhöhte Vogelflug Tätigkeit hin, mit den in Kapitel 6 erwähnten Gefahren für die Luftfahrt (Wolfer, o.J.) Auch die zahlreichen Naturschutzgebiete, welche in der ICAO-Sichtflugkarte im Bodensee-

raum verzeichnet und grün dargestellt sind, sollten bei der Anflugplanung berücksichtigt werden. Auf der ICAO-Sichtflugkarte ebenfalls zu erkennen, sind die zahlreichen Sportflugplätze und Segelfluggelände in der Bodenseeregion, die auf eine erhöhte Gefahr durch Privatflieger hindeutet und die Kontrollzone des Verkehrsflughafen Friedrichshafen, die große Teile des Bodensees einnimmt. Hier müsste im Ernstfall eine direkte Planung und Absprache bzw. An- und Abflugsteuerung durch die zuständige Flugsicherung (Tower Friedrichshafen) stattfinden.

Abbildung 28

ICAO Sichtflugkarte, Bereich Bodensee



Anmerkung. Durch die Flughäfen Zürich und Friedrichshafen liegt der Bodensee unter zahlreichen Kontrollzonen mit Höhenbeschränkungen für den privaten Flugverkehr. Die vielen abgebildeten Sportflugplätze dargestellt durch die kleinen blauen Kreise mit Startbahnsymbol, deuten zudem auf hohe Flugdichte hin. Quelle: DFS Deutsche Flugsicherung GmbH (Hrsg.) (2023). *Luftfahrtkarte Aeronautical Chart ICAO 1:500 000*. Blatt Stuttgart (NO 47/6). DFS.

10.3. DER RHEIN

Der Rhein mit seinen 437 Kilometern Flusslänge in Baden-Württemberg ist das prominenteste Fließgewässer in diesem Land und ab Rheinfelden (Baden-Württemberg) durchgängig schiffbar. Durch seine intensive Binnenschifffahrt und eine umfassende hydrodynamische Steuerung, die schon im Alpenraum durch Stauteiche beginnt und im Oberrhein durch insgesamt 10 Staustufen fortgesetzt wird, unterliegt der Flusspegel im Oberrhein relativ geringen Schwankungen. (Rheinland-Pfalz, 2023). Hinzu kommt

die in Kapitel 4 angesprochene hohe durchschnittliche Niederschlagsmenge, die ebenfalls dazu beiträgt, den Rhein im Oberlauf schiffbar zu halten. Diese Eigenschaften und seine geographische Lage zwischen dem Schwarzwald, den Süd und Nordvogesen, Teilen des Odenwalds und des Pfälzer Waldes, verbunden mit einer Vielzahl von adäquaten Verkehrsflughäfen wie Basel, Karlsruhe Baden-Baden, Lahr, Basel-Mulhouse oder auch Straßburg in unmittelbarer Rheinnähe, machen ihn zu einer vielversprechenden Wasserfläche in Baden Württemberg. Insbesondere die Stellen des Rheines, die im Zuge der umfassenden Rheinbegradigung durch Tulla im Jahre 1817 – 1867 geschaffen wurden und die Rückhaltebecken vor Staustufen eignen sich an mehreren Stellen zur Wasseraufnahme und werden im weiteren Verlauf durch Kilometerangaben gekennzeichnet. Durch das weitläufige Rheintal mit seiner ebenen Beschaffenheit zwischen den oben erwähnten Mittelgebirgen ist auch hier die Hindernisfreiheit in Bezug auf orographische Erhebungen gegeben. Bei der Untersuchung und Begehung der verschiedenen Rheinabschnitte, die der Autor für mögliche anfliegbare Wasserflächen erachtet, sind Gefahrenquellen durch hohen Uferbewuchs, Brücken, Stromleitungen und Buhnen, die bei Niedrigwasser gefährliche Hindernisse darstellen, in Erscheinung getreten. Auch die intensive Binnenschifffahrt auf dem Rhein muss beachtet werden und analog zu den vorhergehenden Wasserflächen durch die jeweils zuständige Wasserschutzpolizei und den in Kapitel 6.2. erwähnten Nachrichten für Binnenschifffahrt geregelt werden. Auch ist auf eine erhöhte Vogelflug-Tätigkeit in Rheinnähe zu achten und die zahlreichen Naturschutzgebiete (LUBW, 2023). Durch die hohe Dichte an den oben genannten Verkehrsflughäfen im Rheintal sind große Teile der Rheinabschnitte unter Kontrollzonen der jeweiligen Flugplätze und bieten erhöhte Sicherheit in Bezug auf Sichtflugverkehr. Auch bietet der Rhein durch seine Grenznähe eine ideale Wasserstelle für Einsätze in Frankreich, wie es auch schon praktiziert wird und lädt somit zur gegenseitigen Unterstützung und Zusammenarbeit der beiden Länder ein. Besonders Deutschland könnte hier großer Profiteur sein und von der jahrzehntelangen Löschflugzeug-Geschichte der Franzosen lernen.

10.3.1 STAUSTUFE IFFEZHEIM.

Abbildung 29

Staustufe Iffezheim



Bundesanstalt für Wasserbau (CC BY 4.0)

Anmerkung. Diese Luftbildaufnahme zeigt die Staustufe Iffezheim vom südlichem Standort mit Blickrichtung Norden. Quelle: Bundesanstalt für Wasserbau (Hrsg.) (2020). *Schleuse Iffezheim/Rhein* https://www.flickr.com/photos/bundesanstalt_fuer_wasserbau/49362166857/. Abgerufen am 16.06.2024

Die Staustufe Iffezheim, welche im Jahre 1974-77 in Deutsch-Französischer Gemeinschaft errichtet wurde, ist bei Rheinkilometer 344 angesiedelt und eine von 10 Staustufen im Oberrhein. Sie dient als Schiffsschleuse und Wasserkraftwerk zur Elektrizitätserzeugung (WSV, 2024). Vor der Staustufe hat sich aus dem Süden kommend ein großes Wasser-Areal angestaut und bietet einen guten Platz zur Löschwasser Aufnahme, da dieses gemäß den Anforderungen des Flugzeuges lang und breit genug ist und auch die notwendige Tiefe aufweist. Auch die Nähe zum Flughafen Karlsruhe Baden-Baden, welcher nur wenige Kilometer Süd-Östlich liegt und schon in Kapitel 7 als geeigneter Flughafen erwähnt wurde, machen diese Stelle zu einem günstigen Wasser-Betankungsplatz. Hinzu kommt die strategisch günstige Lage zu großen Waldflächen im Schwarzwald und den Nordvogesen und den noch nicht erwähnten Waldgebieten Le Gros Chêne in Frankreich und dem ähnlich großen Waldgebiet Bienwald in Rheinland-Pfalz, die alle im 15 Minuten Reichweite-Kreis der DHC-515 liegen würden. Durch die Nähe zum Flughafen Karlsruhe Baden -Baden liegt die Staustufe Iffezheim in der

Kontrollzone des Flughafens, was den Vorteil hat, dass alle Flugbewegungen vom Tower kontrolliert werden und der Sichtflugverkehr keine zusätzliche Gefahr darstellt, während der An und Abflug Phase auf das Rheingewässer und den Flughafen

10.3.2 RHEINABSCHNITT KILOMETER 317 (DRUSENHEIM)

30 Kilometer südlich der Staustufe Iffezheim befindet sich am Fährübergang Drusenheim bei Rheinkilometer 317 eine vielversprechende Wasseraufnahmestelle, die nahezu Hindernisfreiheit in Südliche und nördliche Anflugrichtung bietet.

Abbildung 30

Rheinabschnitt Drusenheim



Anmerkung. Dieses Foto zeigt den Rheinabschnitt 317 bei Drusenheim mit einem Sportboot, welches ein gefährliches Hindernis für Löschflugzeuge darstellen könnte. Quelle: Eigene Aufnahme

Gefahren durch Buhnen, wie sie in nördliche Richtung nach der Staustufe Iffezheim bis Mannheim fast überall zu finden sind und bei Niedrigwasser gefährliche, aus der Luft nicht einsehbare Hindernisse darstellen, waren bei der Begehung nicht sichtbar. Der Wasserpegel ist durch die Rückhaltung an der Staustufe Iffezheim ganzjährig auch in trockenen Jahreszeiten als gesichert anzusehen. Sendemasten oder Stromleitungen konnten vor Ort nicht gesichtet werden und der Rhein weist sowohl in Länge und Breite die geforderten Mindestmaße auf ($2200\text{m} \times 130\text{m}$ vermessen durch Q-GIS). Lediglich kleinere Baumreihen mit Höhen von ca. 10 bis 15 Metern sind in Ufernähe zu finden und sollten keine Probleme darstellen. Durch die intensive Binnenschifffahrt und die touristische Nutzung durch Sportboote, die auf Abbildung 28 zu erkennen sind, ist

auch hier besonderes Augenmerk auf die Freihaltung der Wasserflächen an den Einsatztagen zu legen. Auch hier ist mit erhöhter Vogelflug Tätigkeit im gesamten Flugbereich zu rechnen. Unter der Internetadresse der Hochwasservorhersagezentrale Rheinland-Pfalz kann der Pegelstand in Echtzeit abgerufen werden und die Pegelstände in Echtzeit und den vorhergehenden Tagen evaluiert werden: <https://hochwasser.rlp.de/flussgebiet/oberrhein/drusenheim>.

10.3.3 RHEINABSCHNITT KILOMETER 309, (GAMSHEIMER STAUSTUFE)

Weitere 8 Kilometer nördlich befindet sich eine nahezu ideale Wasseraufnahmestelle südlich der Staustufe Gamsheim. Der durch die Staustufe entstandene Gamsheimer See kann ebenfalls als gesichert wasserführend angesehen werden. Hier sind sowohl die Länge (3500 m) als auch die Breite (300 m) der anfliegbaren Wasserfläche für eine Wasseraufnahme ausreichend. Neben den mehrfach genannten Gefahren durch Schiffsverkehr treten hier Hochspannungsleitungen im Bereich der Staustufe auf, die im An- und Abflugverfahren berücksichtigt werden müssen

Abbildung 31

Gamsheimer See mit gleichnamiger Staustufe



Anmerkung. Zu sehen ist hier der Gamsheimer See mit Blickrichtung Norden und potenzieller Anflugrichtung. Im Hintergrund sind Hochspannungsleitungen und Baukräne zu erkennen, die eine potentielle Gefahr für landende und startende Flugzeuge darstellen können. Quelle: Eigene Aufnahme vom 04.04.2024

Durch die Lage der Gamsheimer Staustufe würde sich sowohl der Flughafen Lahr, Straßburg oder Karlsruhe als Stationierungsort anbieten. Da die Gamsheimer Staustufe nur wenige Kilometer südlich des Fährüberganges Drusenheim liegt und in Luftlinie gerechnet ca. 1 min Flugzeit beträgt , wäre zu überlegen im Falle eines Einsatzes diese Wasserflächen alternierend anzufliegen um ggf. die Lärmbelastung zu reduzieren. Auch hier sind die Pegelstände über mehrere Informationsdienste für Schifffahrer z.B. des Binnenschifffahrt-Informationsdienstes für den Oberrhein e-RIS, abrufbar unter <https://www.e-ris.eu/e-ris/?language=de>.

10.3.4. RHEINABSCHNITT KILOMETER 279

Der südlichste der begangenen Rheinabschnitt befindet sich bei Kilometer 279 in unmittelbarer Nähe zum Flughafen Lahr und Basel-Mulhouse und bietet durch den Rheinabschnitt selbst und das angrenzende Wasserrückhaltebecken Plobsheim in Frankreich ideale Voraussetzungen zur Wasseraufnahme. Es konnten keine nennenswerten Hindernisse bei der Begehung ausfindig gemacht werden und das Wasserbecken bietet Platz bei starken West- oder Ostwinden die Start und Landestrecke in nahezu beliebige Richtung zu wählen und somit ideale Bedingungen herzustellen. Die Wassertiefe kann ganzjährig als gesichert angesehen werden.

Abbildung 32

Rheinabschnitt bei Kilometer 279



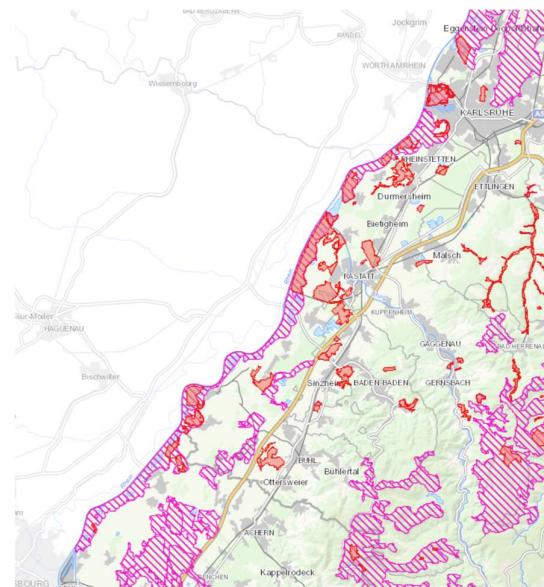
Anmerkung. Diese Aufnahme entstand vom östlichen Rheinufer mit Blickrichtung Westen. In der Ferne sind Teile der Nordvogesen zu erkennen und das angrenzende Wasserrückhaltebecken von Plobsheim auf das aus nahezu allen Richtungen angeflogen werden kann. Quelle: Eigene Aufnahme vom 04.04.2024

Zu den Rheinabschnitten sei festzuhalten, dass eine Wasseraufnahme ab Kilometer 279 - 350 ohne Probleme möglich sein sollte. Eine Untersuchung des weiteren Rheinverlaufes Richtung Süden und Norden mit QGIS und Google Maps lässt weitere anfliegbare Wasserflächen erkennen, die aber ungünstige Voraussetzungen haben, wie unsichere oder stark schwankende Wasserstände oder mäandernde Flussverläufe mit Hindernissen

Speziell entlang des Rheines sind Vogel- sowie Naturschutzgebiete in der Auswahl der möglichen Wassergebiete zu berücksichtigen. Denn die Löschflugzeuge können potenziell negative Auswirkungen auf die Umwelt haben, insbesondere auf die Vogelwelt. Viele Vogelarten nutzen Wälder und andere natürliche Lebensräume als Brutstätten, Nahrungsquellen und Zugrouten. Störungen durch Löschflugzeuge können zu Verlusten von Brutplätzen und Nahrungsquellen führen. Vogekollisionen mit Löschflugzeugen sind ein weiteres zu beachtendes Risiko.

Abbildung 33

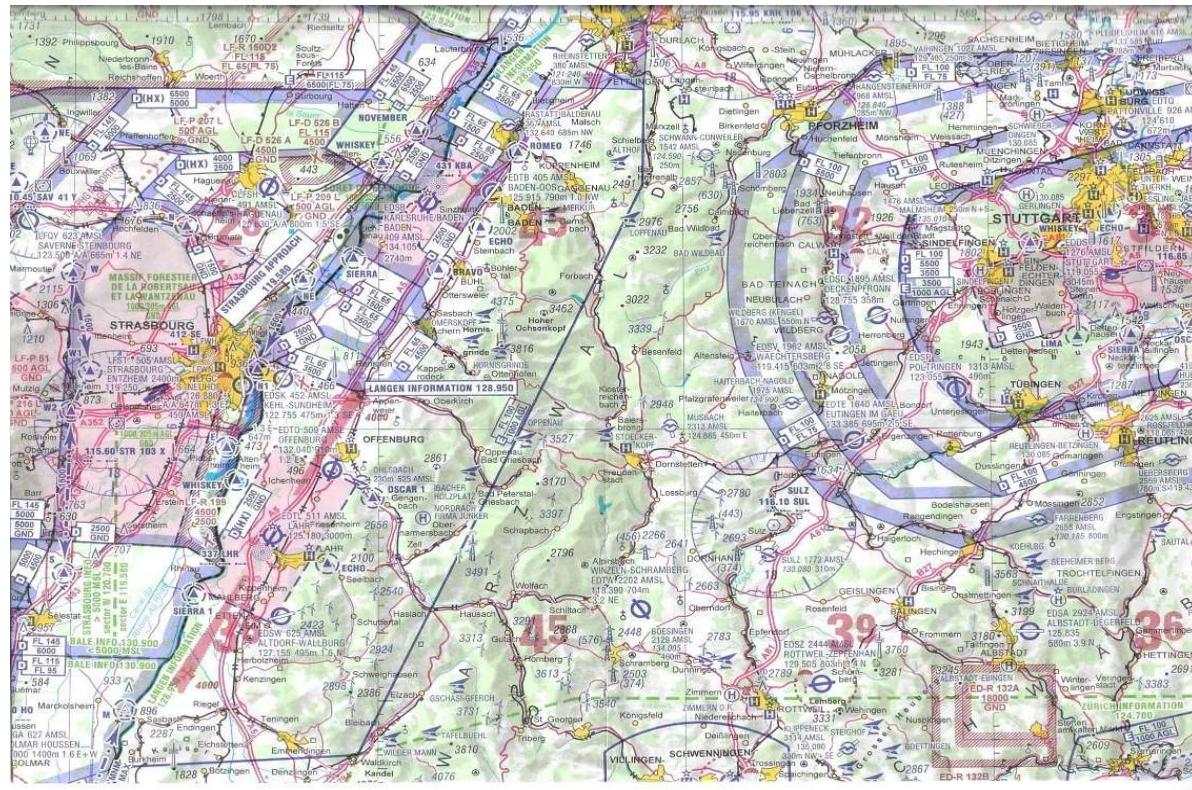
Vogelschutz und Naturschutzgebiete in Rheinnähe



Anmerkung. Dieser Auszug der Vogel- und Naturschutzgebiete des LUBW soll nochmal verdeutlichen, dass nahezu am gesamten Rheinufer entlang mit erhöhter Vogelflug Tätigkeit zu rechnen ist und hier lila schraffiert dargestellt sind. Die roten Flächen zeigen besonders schützenswerte Naturschutzgebiete. Quelle: LUBW (Hrsg.) (o.J.). *Daten und Kartendienst der LUBW*. <https://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/pages/map/command/index.xhtml>

Abbildung 34

ICAO-Sichtanflugkarte Ausschnitt oberes Rheintal



Anmerkung: Dieser Ausschnitt der ICAO-Karte zeigt die hohe Flughafendichte im oberen Rheintal und die damit einhergehenden Kontrollzonen und Flugbeschränkungsgebiete, die rot gekennzeichnet sind. Zusätzlich sind viele kleinere Flugplätze verzeichnet und der Schwarzwald mit verschiedenen Höhenangaben markanter Gipfel oder Hindernisse. Quelle: DFS (Hrsg.) (2023). *Luftfahrtkarte Aeronautical Chart ICAO 1:500 000*. DFS.

10.3.5. BEISPIEL EINER NICHT ANFLIEGBAREN WASSERSTELLE DES RHEINES

Viele Stellen des Rheines könnten fälschlicherweise als anfliebar angenommen werden, da z.B. die Start- und Landedistanz von den reinen Abmessungen dem Datenblatt entsprechen. Die nachfolgende Abbildung soll aber exemplarisch zeigen, wieso eine Begehung vor Ort essentiell wichtig ist, um Gefahren rechtzeitig zu erkennen. So wäre bei oberflächlicher Betrachtung oder Evaluation durch Geographische Dienste wie QGIS oder Google Maps unter Umständen nicht bemerkt worden, dass der Rheinab-

schnitt nördlich der Germersheimer Autobrücke hohen Bewuchs an den Ufern aufweist und durch kleine rote Bojen gekennzeichnete Buhnen selbst bei Hochwasser nur wenige Zentimeter unter der Wasseroberfläche liegen.

Abbildung 35

Versteckte Gefahren im Rhein, die nur durch Begehung gesichtet werden können



Anmerkung. Aufnahme vom Flussverlauf des Rheins nördlich der Germersheimer Autobrücke mit Buhnen in der Fahrrinne und hohem Bewuchs an den Ufern. Eigene Darstellung. Aufgenommen am 14.04.2024

10.4 GROßer BROMBACHSEE (BAYERN)

Obwohl der Große Brombachsee in Bayern liegt, soll er in dieser Arbeit Beachtung finden, da er für den Nordöstlichen Teil der Löschwasserabdeckung in Baden-Württemberg von Bedeutung sein könnte. Besonders der Schwäbisch -Fränkische Wald und Teile des Odenwaldes liegen, wenn auch nicht in optimaler Reichweite, im Einzugsgebiet des Großen Brombachsees. Dieser ist mit seinen Abmessungen von 2000 Metern Breite und einer Länge von 5100 Metern geeignet für Anflüge aus Östlicher oder Westlicher Richtung und gemäß einer Tiefenkartierungskarte des Wasserwirtschaftsamtes Ansbach mit seiner Tiefe von bis zu 32,5 Metern anflugfähig.

Abbildung 36

Großer Brombachsee



Anmerkung. Diese Luftbildaufnahme zeigt den Großen Brombachsee aus östlicher Richtung und lässt die zahlreichen Freizeitboote erkennen, die eine Gefahr bei der Löschwasser Aufnahme darstellen. Die Anflugrichtung könnte auch hier ideal den Windbedingungen angepasst werden und das gesamte Areal ist Höhen Unkritisch und Hindernisfrei. Quelle: Dietz, H. (2015). *Großer Brombachsee*. Nürnberg Luftbild <https://www.nuernbergluftbild.de/luftbilder/913-brombachsee-luftaufnahme>. Abgerufen am 01.07.2024

Durch seine Wasserstandsregulierung durch die im Jahre 1996 in Betrieb genommene Staumauer, ist auch nicht mit einer signifikanten Absenkung des Wasserspiegels in heißen Sommern zu rechnen. (Wasserwirtschaftsamt Ansbach, 2024). Auch das umliegende Gelände hat keine signifikanten Erhebungen oder Hindernisse, die eine erhöhte Gefahr für die An- und Abflüge auf den See darstellen sollten. Durch seine große Attraktivität im Freizeitbereich ist mit einer sehr hohen Frequentierung durch Badegäste und Wassersportler jeglicher Art zu rechnen und auch hier muss in der Planungsphase ein Verfahren etabliert werden, wie der See im Ernstfall von Verkehr freigehalten werden kann. Durch seine unmittelbare Nähe zum Nürnberger Verkehrsflughafen mit seiner vollumfänglichen Infrastruktur, wäre es naheliegend, diesen Flughafen in Verbindung mit dem Großen-Brombachsee zu wählen. Auch hier liegt der Brombachsee noch vollumfänglich unter der Kontrollzone des Flughafens Nürnberg und alle Flugbewegungen sollten gemäß der Luftraumstruktur durch den Nürnberger Flughafen kontrolliert werden. Auch am Großen Brombachsee sind Naturschutzgebiete durch das Wasserwirtschaftsamt Ansbach im Zuge der Gebietsflutung etabliert worden, diese beziehen sich jedoch hauptsächlich auf Pflanzen, Fische und den Krötenschutz und befinden sich jeweils in direkter Ufernähe (Wasserwirtschaftsamt Ansbach, 2024).

Abbildung 37

Daten zu Großer Brombachsees des Wasserwirtschaftsamtes Ansbach

Zahlen und Daten Großer Brombachsee	
Stauraum	144,6 Millionen m ³
Wasserfläche	8,7 Mio m ²
Dammlänge	1,7 km
Max. Wassertiefe	32,5 m
Bauzeit	1983-1999
Wasserschwankung	+/- 7 m

Anmerkung. Diese Daten zum Großen Brombachsee sind aus einer Publikation des Wasserwirtschaftsamtes Ansbach übernommen worden und zeigen durch die Tiefenangaben und Größe die Anfliegbarkeit des Gewässers. Quelle: Wasserwirtschaftsamt Ansbach (Hrsg.) (o.J.). *Brombachsee*. https://www.wwa-an.bayern.de/ueberleitung/fraenkische_seen/brombachsee/index.htm.

11. ERGEBNISSE UND AUSBLICK

Die Analyse der Wasserflächen zeigt, dass eine Löschwasseraufnahme in Baden-Württemberg möglich ist und eine Abfertigung und Betankung an den zahlreichen Verkehrsflughäfen in Baden-Württemberg darstellbar sein sollte. Es ist auffallend, dass trotz der in Kapitel 4 aufgeführten Wasserflächen in Baden-Württemberg nur eine relativ geringe Anzahl zur Löschwasseraufnahme durch Flächenflugzeuge zur Verfügung stehen. Hier sticht vor allem der Rhein hervor, der an mehreren Stellen zur Löschwasseraufnahme verwendet werden kann und mit dem Flughafen Karlsruhe Baden-Baden, Lahr und Basel eine ideale Basis für Waldbrände im nördlichen und südlichen Schwarzwald, dem Pfälzerwald, den Süd und Nordvogesen und den Waldgebieten Le Gros Chêne und dem Bienwald darstellt. Auch der Odenwald und das Waldgebiet Stromberg-Heuchelberg könnten mit Löschwasseraufnahmen aus dem Rhein versorgt werden, hätten aber durch die längere Flugzeit zum Einsatzort eine reduzierte Wasserabwurfeffizienz. Eine potenziell bessere Möglichkeit für den Odenwald und den Stromberg-Heuchelberg, nämlich eine Wasseraufnahme aus dem Neckar ist durch Flächenflugzeuge aufgrund des stark mäanderten Flussverlaufes und den zahlreichen Staustufen und Geländebedingungen nicht möglich. Der Bodensee ist eine mögliche Wasseraufnahmestelle für Brände im südlichen Teil der Schwäbischen Alb und Teilen des Südschwarzwaldes und möglicherweise Waldgebiete im Alpenraum, die aber in dieser Arbeit nicht untersucht wurden. Durch seine südliche Lage im Grenzbereich

Baden-Württembergs ist aber fraglich, ob diese Wasserfläche durch die große Entfernung zu oben genannten Gebieten und damit eine sehr reduzierte Wasserabwurfrate sinnvoll ist. Die Donau bietet keine Wasseraufnahme Möglichkeiten in Baden-Württemberg und auch im angrenzenden Bayern sind keine Wasseraufnahmestellen für den Einsatz von Löschflugzeugen nach Ansicht des Autors geeignet. Bei Waldbränden im mittleren und südlichen Teil des Schwarzwaldes ist der Schluchsee in Kombination mit dem Stuttgarter Flughafen oder Basel-Mulhouse eine denkbare Option, stellt aber durch die Geländebeschaffenheit den anspruchsvollsten Anflug für die Piloten dar, die ins besonders im Falle eines Triebwerkschadens mit hohem Terrain in unmittelbarer Umgebung zu kämpfen hätten. Zur Brandabdeckung im Norden Baden-Württembergs müsste auf Wasserflächen im Nürnberger Westen, dem Großen-Brombachsee in Kombination mit dem Nürnberger Flughafen zugegriffen werden, da sich der Neckar, wie oben erwähnt, als nicht anfliebar herausgestellt hat. Jedoch ist durch die lange Flugzeit vom Brombachsee bis zu nennenswerten Waldflächen in Baden-Württemberg, nämlich dem Schwäbisch-Fränkischen Waldareal die Effizienz eher fraglich. Durch die hohe Verkehrsdichte in Baden-Württemberg und dem touristischen Stellenwert von Seen und Flüssen hat sich als größte Gefahr im Zuge der Wasserflächenermittlung die Nutzung durch Wassersportler und Schiffsverkehr herausgestellt. Hierfür müssten Konzepte insbesondere mit den verschiedenen Zuständigkeitsbereichen der Wasserschutzpolizei erarbeitet werden, wie diese im Ernstfall zügig freigeräumt und gehalten werden könnten. Auch das Thema Umwelt und Vogelschutz wurde in Betracht gezogen und besonders am Rhein und dem Bodensee als mögliche Gefahrenquelle identifiziert. Die Infrastruktur durch Verkehrsflughäfen und Landeplätze ist als sehr gut zu bezeichnen und bei allen in Betracht gezogenen Wasserflächen ist in unmittelbarer Reichweite ein vollumfänglich ausgestatteter Stationierungsort mit Abfertigungsmöglichkeit theoretisch vorhanden. Einzig der Schluchsee bedarf durch seine zentrale Schwarzwaldlage einer längeren Anflugzeit von einem geeigneten Flughafen. Die potenzielle Niedrigwassergefahr ist in erster Linie bei den vorgestellten Rheinabschnitten ein Thema, da die Stauteiche und der Bodensee nach heutigem Stand ausreichend Wasservolumen und Regelungsmechanismen durch die Staumauern besitzen. Wie es im Zuge der Klimaerwärmung in ferner Zukunft im Hinblick auf die Wasserstände aussehen wird, wird sich im Verlauf der nächsten Klima-Beobachtungsperiode zeigen müssen. Da nur wenige Leistungsdaten der Löschflugzeuge frei zugänglich

sind, musste der Autor die Machbarkeitsstudie auf die wenigen frei im Internet erhältlichen Daten stützen. Ein persönlicher Kontakt zu Piloten, die Löschflugzeuge der vorgestellten Flugzeugtypen fliegen, konnte leider nicht hergestellt werden. Ein Interview hätte sicherlich weitergeholfen die Vorgehensweise der Leistungsdatenberechnung für Start und Landestrecke, die vor jedem Flug in der Verkehrsliegerei mit den jeweiligen Gewichten und meteorologischen Randbedingungen wie Temperatur, Wind und Luftdruck berechnet werden, mit in die Arbeit einfließen zu lassen. Durch die nicht vorhandene Infrastruktur und Erfahrung im Bereich Löschflugzeuge und deren Abfertigung, sowie Koordination mit anderen Einsatzkräften in Deutschland, wäre es sinnvoll die Europäischen Länder, welche schon seit Jahrzehnten erfolgreich Brandbekämpfung durch Löschflugzeuge durchführen um Unterstützung zu bitten und besonders mit Frankreich, durch seine Nähe zu Deutschland, eine enge Kooperation einzugehen. Der fortschreitende Klimawandel wird voraussichtlich in Zukunft häufiger die Notwendigkeit aufzeigen, neue Konzepte gegen großflächige Waldbrände zu entwickeln, die immense Kosten verursachen werden. Diese Kosten werden durch eine stärkere Beteiligung in der Europäischen Organisation RescEU, oder durch das Implementieren einer eigenen Löschflugzeugflotte entstehen, oder aber an private Anbieter gezahlt werden müssen.

12. DISKUSSION

Die Bachelorarbeit über Einsatzpotentiale von amphibischen Löschflugzeugen in Baden-Württemberg soll die Möglichkeiten eines Einsatzes aufzeigen und einen groben Überblick über die zahlreichen Herausforderungen und Probleme geben, die eine solche Aufgabe mit sich bringt. Es wird bewusst, dass hier nur an der Oberfläche gekratzt werden kann, da unzählige Fragen beantwortet werden müssen und viele Experten aus den verschiedensten Bereichen ihr Fachwissen zusteuern sollten, um einen sicheren und effizienten Flugbetrieb mit Löschflugzeugen zu gewährleisten. Hier kommt es auch nicht in erster Linie darauf an, welcher Typ von Löschflugzeugen zum Einsatz kommen sollte, da die Herausforderungen und Planungsgrundlagen nahezu die gleichen sein werden. Der kurze Überblick über die Einsatzgebiete hat gezeigt, dass es prinzipiell möglich ist eine Löschflugzeugflotte in Baden-Württemberg einzusetzen, hat aber weniger Beachtung der tatsächlichen Notwendigkeit und der Dringlichkeit ge-

schenkt, gewappnet zu sein für Waldbrandereignissen, die aufgrund des Klimawandels häufiger auftreten werden. Hier wird sich in Zukunft zeigen müssen, ob die Brände durch bodenseitige Bekämpfung unter Kontrolle gehalten werden können, oder ob es unabdingbar sein wird, Löschangriffe aus der Luft zu fliegen. Da es bei Brandbekämpfungen in erster Linie um Schnelligkeit geht, die Brände einzudämmen und unkontrollierter Ausbreitung zuvorzukommen, wird aber auf jeden Fall in Zukunft eine erhöhte Vigilanz von Vegetationsflächen in den Trockenzeiten notwendig sein. Festzustellen ist aber, dass erhebliche Summen in den Aufbau einer Löschflugzeugflotte investiert werden müssen, die von einzelnen Bundesländern im Alleingang wahrscheinlich nicht geleistet werden können und es eher einer Entscheidung des Bundes bedarf. Eine weitere Option wäre hier auch der Ausbau oder der tiefere Einstieg in die Europäische Organisation RescEU. Hier werden in Zukunft die politischen Entscheidungsträger eine Lösung finden müssen, damit sich große Waldbrand-Ereignisse nicht wiederholen und ausreichend Material zur Brandbekämpfung bereitsteht. Da Deutschland sehr wenig Erfahrung im Betreiben von Löschflugzeugen besitzt, müsste ein langwieriger Prozess angestoßen werden. Zu Beginn dieses Prozesses muss die politische Entscheidung stehen eine eigene Flotte zu etablieren und die nötigen Mittel zum Kauf von Flugzeugen bereitstehen. Dann müssen die operationellen Fragen, die hier in Grundzügen dargestellt wurden im Detail erarbeitet werden. Dies beinhaltet z.B. auch die Fragen des Crew-Trainings und dem Stationierungsort in den Wintermonaten. Da dies eine Mammutaufgabe darstellt, ist anzunehmen, dass eine größere Beteiligung in europäische Projekte oder private Unternehmen ggf. sinnvoller wäre. Für eine größere Beteiligung in europäischen Projekten spricht auch die jahrzehntelange Erfahrung unserer Nachbarn, die die Notwendigkeit von Löschflugzeugen auch aufgrund der klimatischen Bedingungen im Mittelmeerraum schon lange erkannt haben. Der Autor dieser Bachelorarbeit hat aufgrund seiner profunden Kenntnisse über Flugabläufe in der Verkehrsfliegerei den Fokus auf die Nutzbarkeit und Anfliegbarkeit von Wasserflächen und die technische Machbarkeit gelegt. Andere Konzepte der Waldbrandlöschung durch verbesserte und schnellere Landangriffe oder auch löscherhubschrauber Einsätze, die wesentlich mehr Möglichkeiten zur Wasseraufnahme aber ein geringeres Wasservolumen und Reichweite besitzen, müssten der Vollständigkeit halber ebenfalls untersucht werden, um die Wirtschaftlichkeit und Effizienz besser vergleichen zu können.

13. FAZIT

Eine Löschwasseraufnahme in Baden-Württemberg ist auf ausgewählten Wasserflächen möglich und insbesondere für große Teile des Schwarzwaldes, die Vogesen und den Waldgebieten in der Rheinebene in Verbindung mit den Verkehrsflughäfen Karlsruhe Baden-Baden, Stuttgart Lahr und Friedrichshafen als eine Alternative zur konventionellen Waldbrandbekämpfung durch Bodentruppen denkbar. Obwohl Baden-Württemberg als vergleichsweise wasserreiches Bundesland angesehen werden kann, wurden nur relativ wenig nutzbare Wasserflächen identifiziert, die von Flächen-Löschflugzeugen angeflogen werden können. Trotz der geringen Anzahl an identifizierten Wasserflächen können aber dennoch große Waldareale der großen Waldgebiete in Baden-Württemberg und angrenzenden Ländern mit Löschwasser Angriffen abgedeckt werden. Besonders der Rhein und der Schluchsee seien hier hervorzuheben. Gefahren entstehen vor allem durch intensive touristische und kommerzielle Nutzung der Gewässer. Die Infrastruktur durch Flughäfen und potenzielle Stationierungsorte ist in Baden-Württemberg als gut zu bewerten und sollte, was die Abfertigung der Flugzeuge betrifft, kein Hindernis darstellen. Durch die in der Vergangenheit zögerliche Haltung der Entscheidungsträger gegenüber dem Aufbau einer eigenen Löschflugzeugflotte in Deutschland, fehlen Expertise und Erfahrung in der Koordination mit wichtigen Stellen in der Katastrophen - und Brandbekämpfung. Auch die Beschaffung und das Training der Flugzeugcrews müsste neu etabliert werden und eine enge Zusammenarbeit mit anderen europäischen Ländern ist in diesem Zusammenhang unabdingbar. Der sich auch in Baden-Württemberg abzeichnende Klimawandel zeigt, dass Waldbrände und Trockenperioden häufiger vorkommen werden und neue Konzepte zur Brandbekämpfung gefunden werden müssen. Insgesamt bleibt festzuhalten, dass es auf allen Ebenen einer intensiven Planung und Koordination bedarf und alternative Ansätze für verbesserte Landangriffe oder auch Löschhubschrauber Einsätze. Eine stärkere finanzielle Beteiligung an europäischen Projekten ist ebenfalls unabdingbar, um zukünftige Großbrandereignisse rechtzeitig zu erkennen und einzudämmen.

14. ENGLISH SUMMARY

The gathering of water for firefighting purposes in Baden-Württemberg is possible on selected water areas and is conceivable as an alternative to conventional forest firefighting by ground forces, particularly for large parts of the Black Forest, the Vosges-Mountains and the forest areas in the Rhine- Valley in conjunction with the airports of Karlsruhe Baden-Baden, Stuttgart, Basel-Mulhouse and Friedrichshafen airports. Although Baden-Württemberg can be regarded as water-rich, only relatively few usable water areas were identified that could be approached by fixed-wing firefighting aircraft. Despite the small number of identified water areas, however, large areas of the forest in Baden Württemberg and neighbouring states could be covered by water attack. The Rhine and Schluchsee are particularly worthy to mention here. Dangers while picking up water arise above all from intensive tourist and commercial use of the waters. The infrastructure provided by airports and potential base locations in Baden- Württemberg is considered to be good and should not present an obstacle in terms of aircraft handling. Due to the hesitant attitude of politics in Germany, the lack of expertise and experience in coordinating with firefighting agencies and the denial of the obvious risk of large forest fires in the past, led to the decision not to set up an own fleet of firefighting aircraft. If Germany should set up its own fleet many tasks have to be fulfilled. The maintenance, handling and training of aircraft crews have to be established and close cooperation with other European countries would be essential in this context. Climate change, which is also becoming apparent in Baden Württemberg, shows that forest fires and dry periods will happen more frequently and new concepts for firefighting will have to be found. All in all, it should be noted that intensive planning and coordination is required at all levels and that alternative approaches such as improved land attacks or fire-fighting helicopter operations, as well as more financial involvement in European projects, are also needed to contain major fires in the future.

15. RESUME EN FRANÇAIS

Une absorption d'eau d'extinction dans le Bade-Wurtemberg est possible sur des surfaces d'eau sélectionnées et peut être envisagée comme une alternative à la lutte conventionnelle contre les incendies de forêt par des troupes au sol, en particulier pour de grandes parties de la Forêt-Noire, les Vosges et les zones forestières de la plaine du Rhin en liaison avec les aéroports commerciaux de Karlsruhe Baden-Baden, Stuttgart Lahr et Friedrichshafen. Bien que le Bade-Wurtemberg puisse être considéré comme un pays relativement riche en eau, relativement peu de plans d'eau utilisables, pouvant être approchés par des avions anti-incendie de surface, ont été identifiés. Malgré cela de grandes zones forestières du Bade-Wurtemberg et des pays limitrophes peuvent être couvertes par des attaques d'eau d'extinction. Le Rhin et le Schluchsee sont particulièrement remarquables à cet égard. Les dangers proviennent avant tout de l'utilisation intensive des eaux à fins touristiques et commerciales. L'infrastructure des aéroports et des lieux de stationnement potentiels est considérée comme bonne dans le Bade-Wurtemberg et ne devrait pas constituer un obstacle pour le traitement des avions. En raison de l'attitude hésitante des décideurs pour la création d'une flotte d'avions de lutte contre les incendies en Allemagne, l'expertise et l'expérience en matière de coordination avec les principaux organismes de lutte contre les catastrophes et les incendies font défaut. L'acquisition et l'entraînement des équipages d'avions devraient également être redéfinis et une étroite collaboration avec d'autres pays européens est indispensable dans ce contexte. Le changement climatique qui se dessine également dans le Bade-Wurtemberg montre que les incendies de forêt et les périodes de sécheresse seront plus fréquents et que de nouveaux concepts de lutte contre les incendies devront être trouvés. Dans l'ensemble, il reste à constater qu'une planification et une coordination intensives sont nécessaires à tous les niveaux, ainsi que des approches alternatives pour des attaques au sol méliorées ou également des interventions par hélicoptère de lutte contre les incendies. Une participation financière plus importante aux projets européens est également indispensable afin de détecter et d'endiguer à temps les futurs grands incendies.

16. LITERATURVERZEICHNIS

- Baden-Württemberg (Hrsg.) (2008). *Hinweise zur Leistungsfähigkeit der Feuerwehr. Feuerwehrlandesverband Baden-Württemberg.* https://www.lfs-bw.de/fileadmin/LFS-BW/themen/gesetze_vorschriften/hinweise/dokumente/Hinweise_Leistungsfaehigkeit_Feuerwehr.pdf
- Braune, G. (2020). *Alstom einigt sich mit Bombardier auf Übernahme der Zugsparte.* In: Handelsblatt . DvH Medien GmbH. <https://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/zug-und-flugzeugbauer-alstom-einigt-sich-mit-bombardier-auf-uebernahme-der-zugsparte/25552728.html>. Abgerufen am 17.06.2024
- Bridger Aerospace (Hrsg.) (2023). *Aerial Firefighting and special missions.* <https://bridgeraerospace.com>. Abgerufen am 17.06.2024
- Bundesanstalt für Gewässerkunde BFG (Hrsg.) (2023). *Aktuelle Wasserstände der Bundeswasserstraßen.* https://www.bafg.de/DE/5_Informiert/1_Portale_Dienste/Wasserstaende/wasserstaende_node.html. Abgerufen am 17.06.2024
- Canadair (Hrsg.) (2020). *The unparalleled Aerial Firefighting Aircraft.* https://www.lvas.ca/sites/lvas.ca/files/docs/canadair_infosheet_june2020_final_v2.pdf
- Conair Aerial Firefighting (Hrsg.) (2023). *Over 50 years suppressing wildfires supporting firefighters.* <https://conair.ca>. Abgerufen am 10.03.2024
- De Havilland (Hrsg.) (2023). *The De Havilland History.* <https://dehavilland.com/en/history>.
- De Havilland Aircraft of Canada Limited (Hrsg.) (2022). <https://www.prnewswire.com/news-releases/de-havilland-aircraft-of-canada-limited-bringt-dhc-515-firefighter-auf-den-markt-844333122.html>
- De Havilland Field (Hrsg.) (o.J.) <https://dehavillandfield.com>. Abgerufen am 01.07.2024
- Deutscher Wetterdienst (Hrsg.). (2018). *Deutschlandwetter im Jahr 2018.* https://www.dwd.de/DE/presse/pressemitteilungen/DE/2018/20181228_deutschlandwetter_jahr2018_news.html#:~:text=Das%20Jahr%202018%20erreichte%20mit,seit%20Beginn%20regelm%C3%A4%20Figer%20Messungen%201881.
- DFS Deutsche Flugsicherung GmbH (Hrsg.) (2023). *Luftfahrtkarte Aeronautical Chart ICAO 1:500 000. Stuttgart (NO 47/6).* DFS.
- EinfVO-BSO (Hrsg.) (2001). *Verordnung des Verkehrsministeriums zur Einführung der Bodensee-Schifffahrtsordnung.*
- Franz-W. Badeck, F-W. Lasch, P. Hauf, Y. Rock, J. Suckow, F. Thonicke, K. (2003). *Steigendes klimatisches Waldbrandrisiko. Eine Prognose bis 2050.* In: AFZ Der Wald. https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn058198.pdf
- ForstBw. (Hrsg.) (o.J.). *Interaktive Karte.* <https://gis.forstbw.de/portal/apps/webappviewer/index.html?id=5be9828e88954db6b38cc68ae6a3e69>. Abgerufen am 23.03.2023
- Forstwirtschaft in Deutschland. (Hrsg.) (o.J.). *Forstwirtschaft im Klimawandel.* <https://www.forstwirtschaft-in-deutschland.de/wald-im-klimastress/klimawandel/>.
- Gratz, E. (2023). *Wasserflug in Deutschland: Das Stiefkind der Fliegerei ?.* In: Flieger-Magazin. Bd. (5/23). Jahr Media GmbH & Co. KG. <https://www.fliegermagazin.de/wissen/wasserflug-in-deutschland-das-stiefkind-der-fliegerei>. Abgerufen am 26.08.2023
- Hemmerdinger, J. (2022). *De Havilland To Develop Updated Water Bomber Called DHC-515.* <https://www.flightglobal.com/airframers/de-havilland-to-develop-updated-water-bomber-called-dhc-515-firefighter/148119.article> Abgerufen am 01.07.2024

- Hirschfeld, J. (2015). *Wo ist Wasser in Deutschland knapp und könnte es in Zukunft knapper werden.* In: Hydrologie und Wasserwirtschaft. DOI:10.3243/kwe 2015.11.006
- Höne, H. Hafke, M. Lürbke, M. Pfeil, W. (2022). *Keine Löschflugzeuge in NRW? – Ausdruck einer unzureichenden Katastrophenschutz-Aircraft-Infrastruktur in NRW mit der Folge mangelnder Gemeinschafts freundlicher europäischer Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Wald- und Vegetationsbrandbekämpfung.* Antrag der FDP. Landtag Nordrhein-Westfalen. <https://fdp.fraktion.nrw/initiative/keine-loeschflugzeuge-nrw>
- Jaworowski R. (2023). *De Havilland Canada Begins Parts Production for DHC-515* <https://flightplan.forecastinternational.com/2023/10/02/de-havilland-canada-begins-parts-production-for-dhc-515/>. Abgerufen am 01.07.2024.
- Jaworowski R. (2024). *Orders Ramp up for new DHC-515*.<https://flightplan.forecastinternational.com/2024/04/18/orders-ramp-up-for-new-dhc-515/>. Abgerufen am 01.07.2024.
- Kiel, V. (2021). *Waldbrände in Europa: Wer hilft wenn die Feuer zu groß werden?*. Spiegel-Verlag.. <https://www.spiegel.de/wissenschaft/natur/waldbraende-in-europa-wer-hilft-wenn-die-feuer-zu-gross-werden-a-98ddc88b-04b5-4e12-9308-0faa4a4f2142>
- Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (Hrsg.). (o.J.). *Wald und Forstwirtschaft*. <https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/klimawandel-und-anpassung/wald-und-forstwirtschaft#:~:tex>
- Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (Hrsg.). *Klimawandel und Anpassung*.<https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/klimawandel-und-anpassung/klimakarten-bw.,>
- Landesrecht BW Bürgerservice (Hrsg.) (1989). *Zur Wasserungserlaubnis für ein Wasserflugzeug auf dem Bodensee*. <https://www.landesrecht-bw.de/bsbw/search>.
- Lufthansa AG. (Hrsg.) (2024). *Operation Manual Part A and B. Revision No.42*.
- Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg. (Hrsg.) (2023). *Flugplätze*. <https://vm.baden-wuerttemberg.de/de/mobilitaet-verkehr/luftverkehr/flugplaetze>.
- Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg (Hrsg.) (2023). *Wasserstraßen*. <https://vm.baden-wuerttemberg.de/de/mobilitaet-verkehr/wasser-und-haeften/wasserstras-sen#:~:text=Die%20in%20Baden%2DW%C3%BCrtemberg%20liegenden,ob-liegt%20dem%20Land%20Baden%2DW%C3%BCrtemberg>. Agerufen am 30.06.2023.
- National Aerial Firefighting Centre (Hrsg.) (2023). *Welcome to the NAFC* <https://www.nafc.org.au/>. Abgerufen am 18.06.2024
- Préfecture du Bas-Rhin (Hrsg.) (2023). *Recueil des Actes Administratifs De La Préfecture Bas Rhine*. In: Publié au RAA de la Préfecture du Bas-Rhin le 02/06/2023. ISSN 0299-0377
- Pundy, D. (2019). *Eine europäische Flotte gegen Waldbrände*. Deutsche Welle. <https://www.dw.com/de/eine-europäische-flotte-gegen-waldbrände/a-49541677>
- Rheinland-Pfalz (Hrsg.) (o.J.). *Der Rhein*. Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität. <https://wasser.rlp-umwelt.de/servlet/is/1205/>.
- Schluchseewerk AG (Hrsg.) 2023). *Die Schluchseewerk AG. Wasser ist unser Antrieb*. <https://www.schluchseewerk.de/>. Abgerufen am 18.06.2023
- Stuttgarter Zeitung (Hrsg) (2023). *Waldverband warnt vor größeren Bränden wegen Trockenheit*. DPA. <https://www.stuttgarter-zeitung.de/inhalt.baden-wuerttemberg-waldverband-warnt-vor-groes-seren-braenden-wegen-trockenheit.ce31c8dd-f365-4acb-a234-4be33ace9bbc.html>. Abgerufen am 30.06.2023

- Tasler, T. (2023). *Große Pläne: Unternehmer wollen Löschflugzeuge privat betreiben*. MDR. <https://www.mdr.de/nachrichten/sachsen-anhalt/loeschflugzeuge-dlbb-waldbrand-gruendung-102.html#Seenotrettung>
- Verwaltungsportal Hessen (Hrsg.) (2023). *Polizeirevier Titisee-Neustadt*. https://verwaltungsportal.hessen.de/behoerde?org_id=L100022_6006271 abgerufen am 01.01.2023
- Viking (Hrsg.) (2023). *Historical Timeline*. <https://www.vikingair.com/company-careers/historical-timeline>
- Viking (Hrsg.) (2021). *Enhanced Aerial Firefighter: The Purpose-Built Aerial Firefighter*. <https://www.vikingair.com/cl-415eaf>
- Wasserwirtschaftsamt Ansbach (Hrsg.) (o.J.). *Naturschutzgebiete am Brombachsee. Ökologisches Denken von Anfang an*. https://www.wwa-an.bayern.de/ueberleitung/fraenkische_seen/brombachsee/naturschutz/index.htm
- Wasserstraßen und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (Hrsg.) (2023). *Nachrichten für die Binnenschifffahrt*. <https://www.elwis.de/DE/dynamisch/Nfb/NfbSearch>. Abgerufen am 17.06.2024
- Weiß, B. (2022). *Forschung in Flammen: Der Wald brannte genau dort wo Waldbrand untersucht wurde*. Geo. <https://www.geo.de/natur/oekologie/waldbrand-in-brandenburg--wo-der-forst-in-flammen-stand-31973428.html>
- Wolfer, S. (o.J.). *Bodenrück und westlicher Bodensee. Lage des Natura 2000-Gebiets* Regierungspräsidium Freiburg. <https://rp.baden-wuerttemberg.de/rpf/abt5/ref56/natura2000/bodenrueck/>
- Wöllper, F. (2008). *Der Bodensee, der größte..?*. In. Statistisches Monatsheft. Baden-Württemberg 08/2008