



DIE BERATER DER
GEFAHRENABWEHR



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Fakultät Life Sciences

Untersuchung von Einflussfaktoren auf die Ausrückzeiten
von Freiwilligen Feuerwehren

Bachelorarbeit

im Studiengang Gefahrenabwehr / Hazard-Control

vorgelegt von

Henrik Johnsen



Hamburg

am 26. April 2024

Gutachter:	Prof. Dr.	Kai Freudenthal	(HAW Hamburg)
Gutachter:	M. Sc.	Simon Zens	(Lülf+ Sicherheitsberatung GmbH)

Die Bachelorarbeit wurde betreut und erstellt in Zusammenarbeit mit der Firma
Lülf+ Sicherheitsberatung GmbH.

Zusammenfassung

Die Feuerwehren in Deutschland sind zu einem überwiegenden Teil ehrenamtlich aufgestellt. Bei den Freiwilligen Feuerwehren fahren die Einsatzkräfte vom jeweiligen Tagesaufenthaltort das Feuerwehrhaus an. Dort rüsten sie sich aus und begeben sich anschließend zur Einsatzstelle. Hieraus ergibt sich eine wesentliche Zeitdifferenz beim Ausrücken gegenüber hauptamtlich eingesetzten Einsatzkräften, die sich bereits während ihrer Schicht an der Wache aufhalten. Auch wenn die Feuerwehren in jedem Einsatz bemüht sind, so schnell wie möglich Hilfe zu leisten, unterliegen auch die Freiwilligen Feuerwehren in einigen deutschen Ländern zeitlichen Vorgaben bis zum Eintreffen an der Einsatzstelle von bis zu 12 Minuten, die es zu erfüllen gilt.

Diese Bachelorarbeit beschäftigt sich mit der Ausrückzeit, also der Zeit von Alarmierung bis das erste einsatztaktisch relevante Löschfahrzeug mit Staffel- oder Gruppenstärke ausrückt. Hierzu stellt sich die Frage, ob die Ausrückzeiten möglicherweise durch äußere Faktoren, wie dem Wochentag, der Tageszeit oder der Jahreszeit sowie Arten von Alarmstichworten beeinflusst werden. Um darüber eine Aussage treffen zu können, werden Einsatzdaten mehrerer Kommunen ausgewertet und die Ergebnisse anhand von Tabellen, Säulendiagrammen und Boxplots diskutiert.

Wesentliche Ergebnisse dieser Auswertung stellen kürzere Ausrückzeiten in der Freizeit, tagsüber und im Sommer dar. Bei den Wochentagen konnte kein Zusammenhang erkannt werden. In Bezug zu den Alarmstichworten sind kürzere Ausrückzeiten bei Unwettereinsätzen allgemein sowie bei Einsätzen der Technischen Hilfeleistung mit Personenschäden im Vergleich zu diesen ohne Personenschäden erkennbar. Andere Stichwörter haben keinen eindeutigen Trend gezeigt.

Danksagung

Das Thema für diese Bachelorarbeit ist durch den informativen Austausch mit den Geschäftsbereichsleitern Herrn Nico Oestreich und Herrn Simon Zens von der LülF+ Sicherheitsberatung GmbH entstanden. Ich möchte mich an dieser Stelle für die Unterstützung bei der Themenfindung bedanken. Insbesondere danke ich Herrn Simon Zens auch dafür, das Zweitgutachten für diese Bachelorarbeit übernommen zu haben.

Ein weiterer Dank geht an Herrn Prof. Dr. Kai Freudenthal, der seitens der HAW Hamburg meine Bachelorarbeit begutachtet und mich stets mit wissenschaftlicher Fachkenntnis beraten hat.

Ebenso ausdrücklich danken möchte ich allen Mitarbeitenden der LülF+ Sicherheitsberatung GmbH, die mir während der Ausarbeitung mit Wissen und Rat weitergeholfen haben, sowie allen Kollegen, Freunden und meinen Eltern, die mich durch das Korrekturlesen der Arbeit unterstützt haben.

Letztlich möchte ich mich auch bei den Verantwortlichen der beteiligten Kommunen bzw. Freiwilligen Feuerwehren besonders bedanken. Die freundliche Genehmigung über die Verwendung der zugrundeliegenden Einsatzdaten hat diese Auswertung erst möglich gemacht.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	I
Danksagung.....	II
Inhaltsverzeichnis	III
Abbildungsverzeichnis	V
Tabellenverzeichnis	VIII
1 Einleitung	1
2 Aufgabenstellung	3
3 Theorie	4
3.1 Fachbegriffe und Begriffsbestimmungen.....	4
3.2 Gesetzliche Grundlagen	7
3.3 Statistische Datenauswertung	9
4 Methode	12
4.1 Datengrundlage	12
4.2 Datenaufbereitung.....	13
4.3 Klassierung	13
4.4 Datenverarbeitung.....	15
5 Ergebnisse	16
5.1 Säulendiagramme – alle Einsätze je Cluster.....	16
5.2 Boxplots – ID-Stichwörter	18
5.3 Boxplots – Zeitintervalle	20
5.4 Boxplots – Tageszeiten.....	22
5.5 Boxplots – Wochentage	24
5.6 Boxplots – Jahreszeiten.....	26
6 Diskussion	28
6.1 Gesamtmenge, Zeiten und Ausreißer	28
6.2 ID-Stichwörter	30
6.3 Zeitintervalle	33
6.4 Tageszeiten	34
6.5 Wochentage.....	35
6.6 Jahreszeiten	35

6.7	Vergleich mit gesetzlichen Grundlagen	36
6.8	Grenzen der Auswertung	37
7	Schlussfolgerung	38
8	Ausblick	40
	Literaturverzeichnis	VII
	Eidesstattliche Erklärung	X
	Anhangsverzeichnis	XI
	Anhang 1: Erweiterte Säulendiagramme	XII
	Anhang 2: Grundlagen Boxplots – ID-Stichwörter	XIII
	Anhang 3: Grundlagen Boxplots – Zeitintervalle	XIV
	Anhang 4: Grundlagen Boxplots – Tageszeiten.....	XV
	Anhang 5: Grundlagen Boxplots – Wochentage	XVI
	Anhang 6: Grundlagen Boxplots – Jahreszeiten.....	XVII
	Anhang 7: Vergleichsdiagramme – ID-Stichwörter	XVIII
	Anhang 8: Vergleichsdiagramme – Zeitintervalle	XIX
	Anhang 9: Vergleichsdiagramme – Tageszeiten	XX
	Anhang 10: Vergleichsdiagramme – Wochentage	XXI
	Anhang 11: Vergleichsdiagramme – Jahreszeiten	XXII
	Anhang 12: Anteilige Häufigkeiten – ID-Stichwörter	XXIII
	Anhang 13: Anteilige Häufigkeiten – Zeitintervalle	XXIV
	Anhang 14: Anteilige Häufigkeiten – Tageszeiten.....	XXV
	Anhang 15: Anteilige Häufigkeiten – Wochentage	XXVI
	Anhang 16: Anteilige Häufigkeiten – Jahreszeiten.....	XXVII

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schematische Darstellung der Hilfsfrist.....	5
Abbildung 2: Vergleich der Lagemaße	9
Abbildung 3: Beispiel eines Boxplots	11
Abbildung 4: Verteilung der Ausrückzeiten aller Einsätze im Cluster A.....	17
Abbildung 5: Verteilung der Ausrückzeiten aller Einsätze im Cluster B.....	17
Abbildung 6: Verteilung der Ausrückzeiten aller Einsätze im Cluster C.....	17
Abbildung 7: Angepasste Boxplots der Ausrückzeiten nach ID-Stichwörtern im Cluster A	19
Abbildung 8: Angepasste Boxplots der Ausrückzeiten nach ID-Stichwörtern im Cluster B	19
Abbildung 9: Angepasste Boxplots der Ausrückzeiten nach ID-Stichwörtern im Cluster C	19
Abbildung 10: Angepasste Boxplots der Ausrückzeiten nach Zeitintervallen im Cluster A	21
Abbildung 11: Angepasste Boxplots der Ausrückzeiten nach Zeitintervallen im Cluster B.....	21
Abbildung 12: Angepasste Boxplots der Ausrückzeiten nach Zeitintervallen im Cluster C.....	21
Abbildung 13: Angepasste Boxplots der Ausrückzeiten nach Tageszeiten im Cluster A.....	23
Abbildung 14: Angepasste Boxplots der Ausrückzeiten nach Tageszeiten im Cluster B.....	23
Abbildung 15: Angepasste Boxplots der Ausrückzeiten nach Tageszeiten im Cluster C.....	23
Abbildung 16: Angepasste Boxplots der Ausrückzeiten nach Wochentagen im Cluster A	25
Abbildung 17: Angepasste Boxplots der Ausrückzeiten nach Wochentagen im Cluster B	25
Abbildung 18: Angepasste Boxplots der Ausrückzeiten nach Wochentagen im Cluster C	25
Abbildung 19: Angepasste Boxplots der Ausrückzeiten nach Jahreszeiten im Cluster A.....	27
Abbildung 20: Angepasste Boxplots der Ausrückzeiten nach Jahreszeiten im Cluster B.....	27
Abbildung 21: Angepasste Boxplots der Ausrückzeiten nach Jahreszeiten im Cluster C.....	27
Abbildung 22: Ausrückzeiten aller Einsätze im Cluster A in erweiterter Darstellung	XII
Abbildung 23: Ausrückzeiten aller Einsätze im Cluster B in erweiterter Darstellung	XII
Abbildung 24: Ausrückzeiten aller Einsätze im Cluster C in erweiterter Darstellung	XII
Abbildung 25: Boxplots der Ausrückzeiten nach ID-Stichwörtern im Cluster A.....	XIII
Abbildung 26: Boxplots der Ausrückzeiten nach ID-Stichwörtern im Cluster B.....	XIII
Abbildung 27: Boxplots der Ausrückzeiten nach ID-Stichwörtern im Cluster C.....	XIII
Abbildung 28: Boxplots der Ausrückzeiten nach Zeitintervallen im Cluster A.....	XIV
Abbildung 29: Boxplots der Ausrückzeiten nach Zeitintervallen im Cluster B.....	XIV
Abbildung 30: Boxplots der Ausrückzeiten nach Zeitintervallen im Cluster C.....	XIV

Abbildung 31: Boxplots der Ausrückzeiten nach Tageszeiten im Cluster A	XV
Abbildung 32: Boxplots der Ausrückzeiten nach Tageszeiten im Cluster B	XV
Abbildung 33: Boxplots der Ausrückzeiten nach Tageszeiten im Cluster C	XV
Abbildung 34: Boxplots der Ausrückzeiten nach Wochentagen im Cluster A.....	XVI
Abbildung 35: Boxplots der Ausrückzeiten nach Wochentagen im Cluster B.....	XVI
Abbildung 36: Boxplots der Ausrückzeiten nach Wochentagen im Cluster C.....	XVI
Abbildung 37: Boxplots der Ausrückzeiten nach Jahreszeiten im Cluster A	XVII
Abbildung 38: Boxplots der Ausrückzeiten nach Jahreszeiten im Cluster B	XVII
Abbildung 39: Boxplots der Ausrückzeiten nach Jahreszeiten im Cluster C	XVII
Abbildung 40: Vergleichsdiagramme nach ID-Stichwörtern im Cluster A.....	XVIII
Abbildung 41: Vergleichsdiagramme nach ID-Stichwörtern im Cluster B.....	XVIII
Abbildung 42: Vergleichsdiagramme nach ID-Stichwörtern im Cluster C.....	XVIII
Abbildung 43: Vergleichsdiagramme nach Zeitintervallen im Cluster A.....	XIX
Abbildung 44: Vergleichsdiagramme nach Zeitintervallen im Cluster B.....	XIX
Abbildung 45: Vergleichsdiagramme nach Zeitintervallen im Cluster C.....	XIX
Abbildung 46: Vergleichsdiagramme nach Tageszeiten im Cluster A	XX
Abbildung 47: Vergleichsdiagramme nach Tageszeiten im Cluster B	XX
Abbildung 48: Vergleichsdiagramme nach Tageszeiten im Cluster C	XX
Abbildung 49: Vergleichsdiagramme nach Wochentagen im Cluster A.....	XXI
Abbildung 50: Vergleichsdiagramme nach Wochentagen im Cluster B.....	XXI
Abbildung 51: Vergleichsdiagramme nach Wochentagen im Cluster C.....	XXI
Abbildung 52: Vergleichsdiagramme nach Jahreszeiten im Cluster A	XXII
Abbildung 53: Vergleichsdiagramme nach Jahreszeiten im Cluster B	XXII
Abbildung 54: Vergleichsdiagramme nach Jahreszeiten im Cluster C	XXII
Abbildung 52: Anteilige Häufigkeiten nach ID-Stichwörtern im Cluster A.....	XXIII
Abbildung 53: Anteilige Häufigkeiten nach ID-Stichwörtern im Cluster B.....	XXIII
Abbildung 54: Anteilige Häufigkeiten nach ID-Stichwörtern im Cluster C.....	XXIII
Abbildung 58: Anteilige Häufigkeiten nach Zeitintervallen im Cluster A.....	XXIV
Abbildung 59: Anteilige Häufigkeiten nach Zeitintervallen im Cluster B	XXIV
Abbildung 60: Anteilige Häufigkeiten nach Zeitintervallen im Cluster C	XXIV
Abbildung 61: Anteilige Häufigkeiten nach Tageszeiten im Cluster A	XXV
Abbildung 62: Anteilige Häufigkeiten nach Tageszeiten im Cluster B	XXV
Abbildung 63: Anteilige Häufigkeiten nach Tageszeiten im Cluster C	XXV

Abbildung 64: Anteilige Häufigkeiten nach Wochentagen im Cluster A.....	XXVI
Abbildung 65: Anteilige Häufigkeiten nach Wochentagen im Cluster B.....	XXVI
Abbildung 66: Anteilige Häufigkeiten nach Wochentagen im Cluster C.....	XXVI
Abbildung 67: Anteilige Häufigkeiten nach Wochentagen im Cluster A.....	XXVII
Abbildung 68: Anteilige Häufigkeiten nach Wochentagen im Cluster B.....	XXVII
Abbildung 69: Anteilige Häufigkeiten nach Wochentagen im Cluster C.....	XXVII

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht der Hilfsfristen/Eintreffzeiten der jeweiligen Länder	7
Tabelle 2: Übersicht der Werte für Boxplots nach ID-Stichwörtern für die Cluster A, B, C	18
Tabelle 3: Übersicht der Werte für Boxplots nach Zeitintervallen für die Cluster A, B, C.....	20
Tabelle 4: Übersicht der Werte für Boxplots nach Tageszeiten für die Cluster A, B, C.....	22
Tabelle 5: Übersicht der Werte für Boxplots nach Wochentagen für die Cluster A, B, C	24
Tabelle 6: Übersicht der Werte für Boxplots nach Jahreszeiten für die Cluster A, B, C.....	26

1 Einleitung

Die Freiwilligen Feuerwehren in Deutschland bilden mit insgesamt 1.014.155 ehrenamtlich tätigen Einsatzkräften in 23.977 Freiwilligen Feuerwehren (Stand 31.12.2021) [1] eine zentrale Stütze im System des Katastrophenschutzes und der nichtpolizeilichen Gefahrenabwehr.

Um den hinreichenden Schutz der Bevölkerung durch die Feuerwehr gewährleisten zu können ist ein zentraler Faktor bei der Feuerwehr die Zeit. Nicht irgendeine, sondern die Zeit im Sinne der Dauer, bis Hilfe durch die Feuerwehr eintrifft. In dieses Intervall fällt das Anrücken der freiwilligen Kräfte zum Feuerwehrhaus sowie die Fahrt zum Einsatzort. Weiterhin gehören auch mehrere Faktoren hierzu, die man nicht alle beeinflussen kann, wie zum Beispiel die Wetterverhältnisse oder das Verkehrsaufkommen.

Die Eintreffzeit gilt auch als Planungsziel in Feuerwehrbedarfsplänen, wie sie die LülF+ Sicherheitsberatung, mit der diese Bachelorarbeit in Kooperation entstanden ist, bereits hundertfach durchgeführt hat. Die LülF+ Sicherheitsberatung GmbH ist ein Ingenieurbüro zur Beratung in allen Themen der Gefahrenabwehr. Einschließlich der Unternehmensvorgänger weist das Unternehmen ein Erfahrungsvermögen von über 40 Jahren [2] auf. Derzeit besteht das Team aus über 50 Mitarbeitenden [2]. Zu den Zielgruppen gehören Freiwillige Feuerwehren, Berufsfeuerwehren, Werk- und Betriebsfeuerwehren, Rettungsdienste, Hilfsorganisationen, Leitstellen, Kommunen, Landkreise und kreisfreie Städte [2]. Das Kerngeschäft beläuft sich bei diesen Zielgruppen auf Bedarfsplanungen von Feuerwehren, Rettungsdiensten oder des Katastrophenschutzes sowie Organisationsberatungen, Leitstellenbemessungen, Seminare und Coachings [2]. Mit diesen Tätigkeiten kann das Unternehmen über rund 1.000 Referenzen seit dem Jahr 2000 vorweisen [2].

In den Bedarfsplänen werden IST und SOLL der Organisationsstrukturen und Leistungsfähigkeiten verglichen und Maßnahmen abgeleitet [3, S. 24 f.]. Doch bezüglich der Zeiten, bis die Feuerwehr eintrifft oder auch ausrückt, ist allgemeiner Konsens, dass diese so kurz wie möglich sein sollten. Aber gibt es möglicherweise Tendenzen zu Zeitbereichen, also Wochentagen, Tageszeiten oder Jahreszeiten sowie Arten von Alarmstichworten, bei denen das Ausrücken der Feuerwehr statistisch länger dauert? Wenn das der Fall ist, welche Hintergründe könnte das haben? Diese Fragen sollen mit dieser Ausarbeitung beantwortet werden.

Diese ist dabei so aufgebaut, dass nach der Abgrenzung der Aufgabenstellung (Kapitel 2) zunächst wichtige Begriffe erläutert werden, die für diese Auswertung relevant sind. Zudem wird das Thema der Ausrückzeit bei Freiwilligen Feuerwehren hinsichtlich der gesetzlichen Grundlagen zusammengefasst und die theoretische Basis für die anschließende statistische Auswertung beschrieben (Kapitel 3).

Im Anschluss daran folgt die Beschreibung der methodischen Vorgehensweise (Kapitel 4). Hierbei wird festgehalten welche Daten verwendet werden und wie diese aufbereitet und verarbeitet wurden. Es wird ebenso erklärt, aus welchen Gründen einige Aspekte aus der ursprünglichen Datengrundlage nicht für diese Auswertung herangezogen wurden oder werden konnten.

Nach der Beschreibung der Methodik werden die Ergebnisse mit den entsprechenden Diagrammen präsentiert (Kapitel 5), bevor diese dann in einer Diskussion und Schlussfolgerung miteinander verglichen und ausgewertet werden (Kapitel 6 und 7).

Am Ende dieser Bachelorarbeit steht ein Ausblick (Kapitel 8), der aufzeigen soll, was über diese Auswertung hinaus möglich ist, welche Betrachtungen auf ähnliche Weise durchgeführt werden können und warum diese im vorliegenden Kontext nicht näher betrachtet wurden.

2 Aufgabenstellung

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit soll gezeigt werden, ob anhand von auszuwertenden Einsatzdaten Freiwilliger Feuerwehren Einflüsse auf die Ausrückzeit von Löschfahrzeugen bzw. Zusammenhänge zwischen der Ausrückzeit und anderen Faktoren aufgezeigt werden können. Hierfür werden in dieser Bachelorarbeit verschiedene Einflussfaktoren, unter anderem das Alarmstichwort des Einsatzes, die Jahreszeit, die Tageszeit und der Wochentag herangezogen und untersucht. Die Auswertung der Daten soll außerdem in einem Vergleich verschiedener Kommunalgrößen geschehen, um ggf. auch hierfür Zusammenhänge oder Unterschiede erkennen zu können.

Die gewonnenen Analyseergebnisse sollen eine Hilfestellung zur strategischen Planung für die Verantwortungsträger Freiwilliger Feuerwehren darstellen.

3 Theorie

Zunächst werden grundlegende Begrifflichkeiten, die im Rahmen dieser Ausarbeitung von Bedeutung sind, erläutert. Anschließend wird anhand der Bedarfsplanung von Feuerwehren und den dazu existierenden gesetzlichen Grundlagen erläutert, wie lange das Ausrücken der freiwilligen Kräfte höchstens dauern sollte und welchen Stellenwert die Ausrückzeit hat. Letztlich wird ein Überblick über Größen und Darstellungen der statistischen Datenauswertung gegeben, die für die Auswertung in dieser Bachelorarbeit verwendet werden.

3.1 Fachbegriffe und Begriffsbestimmungen

Die in den folgenden Kapiteln auftretenden Begriffe und Definitionen werden im Folgenden genannt und beschrieben, um Unklarheiten zu beseitigen und Missverständnissen vorzubeugen.

Eine **Taktische Einheit** stellt den Zusammenschluss von einer Mannschaft und ihrem Einsatzmittel, also dem zugehörigen Fahrzeug, dar [4, S. 5]. Eine **Staffel** besteht aus 6 Einsatzkräften und einem Fahrzeug mit Platz für 6 Einsatzkräfte (Fahrzeug mit mindestens einer Staffelnkabine) [4, S. 10]. Eine **Gruppe** besteht aus 9 Einsatzkräften und einem Fahrzeug mit Platz für 9 Einsatzkräfte (Fahrzeug mit Gruppenkabine) [4, S. 10].

Der **Status** ist eine Meldung des Zustandes einer taktischen Einheit an die Leitstelle [5, S. 5]. Dieser jeweilige Status erscheint nach Absetzen des Status bei der Leitstelle mit der zugehörigen Datums- und Zeitangabe. Diese Zeitangabe wird in der weiteren Ausarbeitung als **Statuszeit** bezeichnet wird. Für diese Auswertung ist lediglich der Status 3 („Einsatzauftrag übernommen/auf dem Weg zum Einsatzort“) [5, Anh. 4] von Bedeutung.

Die **Hilfsfrist** ist nach DIN 14011:2018-01 die „Zeit zwischen dem Beginn der Abgabe einer Meldung über ein Schadensereignis an die Stelle, die Einsatzkräfte alarmieren kann, und dem Eintreffen der ersten Einsatzkräfte am Einsatzort“ [6, S. 51] (vgl. Abbildung 1). Als Stelle, die Einsatzkräfte alarmieren kann, dient allgemein die zuständige Leitstelle.

Ein Teil der Hilfsfrist ist die **Eintreffzeit**. Diese ist definiert als die Zeit von Alarmierung der Einsatzkräfte bis zum Eintreffen der Einsatzkräfte am jeweiligen Einsatzort [3, S. 110] (vgl. Abb. 1).

Die **Ausrückzeit** oder auch Ausrückezeit ist gemäß DIN 14011:2018-01 Teil der Hilfsfrist bzw. auch der Eintreffzeit und beschreibt die verstrichene Zeit von Alarmierung der Einsatzkräfte bis zum Ausrücken der Einsatzkräfte (Status 3) [6, S. 52] [7, S. 2] (vgl. Abb. 1).

Die **Fahrzeit** oder nach DIN 14011:2018-01 auch Anfahrzeit genannt ist nach Ablauf der Ausrückzeit die verbleibende Zeit bis zum Eintreffen der Einsatzkräfte am Einsatzort [6, S. 52] (vgl. Abb. 1).

Die Abbildung 1 zeigt den Zusammenhang der genannten Zeitbereiche bei der Alarmierung und Anfahrt der Feuerwehr von Disposition in der Leitstelle bis zum Eintreffen der Feuerwehr am Einsatzort.

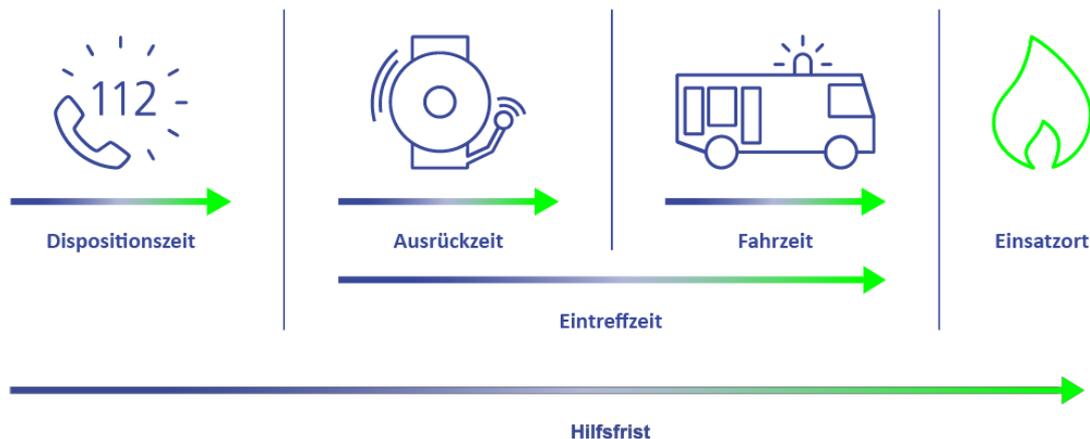


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Hilfsfrist

Quelle: Lül+ Sicherheitsberatung GmbH

Die **Tageszeit** wird in dieser Auswertung in 4 Zeitintervalle eingeteilt. Folgende Intervalle für Tageszeiten werden eingeführt:

- Vormittag (06:00 – 11:59 Uhr)
- Nachmittag (12:00 – 17:59 Uhr)
- Abend (18:00 – 21:59 Uhr)
- Nacht (22:00 – 05:59 Uhr)

Der Begriff der **Arbeitszeit** wird im Folgenden für die Zeitintervalle von Montag bis Freitag jeweils von 06:00 Uhr bis 17:59 Uhr verwendet. Dieser Zeitbereich wird als realistisch für berufliche Tätigkeiten angenommen und ist bewusst über eine Zeitspanne von mehr als acht Stunden gewählt, um die wahrscheinlichste Abwesenheit vom Wohnort inklusive des Hin- und Rückweges zu umfassen.

Der definierten Arbeitszeit gegenüber steht der Begriff der **Freizeit**. Dieser Begriff wird in der Auswertung für die Zeitintervalle von Montag bis Freitag jeweils von 18:00 Uhr bis 05:59 Uhr sowie für Samstage, Sonntage und gesetzliche Feiertage der Länder verwendet.

Das **Alarmstichwort** ist der Kurzbetreff des Einsatzes bei Alarmierung durch die Leitstelle, den üblicherweise auch die Feuerwehren bzw. die Einsatzkräfte bei der Alarmierung erhalten.

Da in dieser Auswertung Einsatzdaten verschiedener Kommunen aus diversen Ländern verwendet werden, weisen diese auch unterschiedliche Systematiken in der Bezeichnung der Alarmstichwörter auf. Um diese Alarmstichwörter verschiedener Leitstellen miteinander vergleichen zu können, wurden für die Auswertung Identifikations-Stichwörter (**ID-Stichwörter**) eingeführt und jeweils die passenden Alarmstichwörter diesen ID-Stichwörtern zugeordnet. Folgende ID-Stichwörter werden eingeführt:

- Kleiner Brand
- Großer Brand
- BMA/RWM (Brandmeldeanlage/Rauchwarnmelder)
- TH Person (Technische Hilfeleistung mit Personenschaden)
- Allg. TH (Allgemeine Technische Hilfeleistung)
- Unwetter
- Ölbeseitigung
- Gefahrgut

Kleine Brände sind z. B. PKW-Brände, kleine Flächenbrände und Brände von Buschwerken, Mülltonnen, Unrat und Containern. Auch unklare Rauchentwicklungen gehören hierzu.

Große Brände sind alle Brandeinsätze, die über die eben aufgeführten Szenarien hinaus gehen, beispielsweise LKW-Brände sowie große Gebäude- und Flächenbrände.

Zu dem Stichwort der ausgelösten **Brandmeldeanlage** (BMA) werden auch alle gemeldeten **Rauchwarnmelder** (RWM) aus privaten Umgebungen hinzugezogen.

Bei der **Technischen Hilfeleistung mit Personenschaden** sind klassischerweise Verkehrsunfälle zu nennen. In dieser Auswertung werden aber auch Türöffnungen und Tragehilfen diesem Stichwort zugeordnet.

Die **allgemeinen Einsätze der Technischen Hilfeleistung** sind dann alle übrigen Hilfeleistungen ohne Personenschaden, so auch leichte Verkehrsunfälle.

Zu den **Unwettereinsätzen** zählen z. B. Bäume und Äste auf der Straße, Keller unter Wasser oder das Sichern von Gegenständen gegen oder bei Sturm.

In dem Stichwort der **Ölbeseitigung** werden nicht nur Ölsuren, sondern auch das Aufnehmen von anderen Betriebsstoffen von Kraftfahrzeugen, z. B. PKW oder LKW, zusammengefasst.

Einsätze mit **Gefahrgut** stellen in dieser Arbeit alle unbeabsichtigten oder unkontrollierten Freisetzungen von Stoffen mit chemischen, biologischen, radiologischen oder nuklearen Gefahren dar. „Gefahrgut sind Stoffe oder Gegenstände, von denen bei der Beförderung oder unsachgemäßer Behandlung Gefahren ausgehen“ [8]. Gemäß dieser Definition fallen für diese Auswertung auch die Alarmierungen bei Gasgeruch oder Gasaustritt unter dieses Stichwort.

Weitere Beispiele für Gefahrgutlagen sind Transport- oder Arbeitsunfälle mit bspw. giftigen, ätzenden oder auch radioaktiven Stoffen.

3.2 Gesetzliche Grundlagen

Der Zeitansatz für die Hilfe durch die Feuerwehr ist nach T. Lindemann ein zentraler Bestandteil bei der Bedarfsplanung von Feuerwehren [3, S. 105]. Die Bedarfsplanung stellt ein zentrales Element des eigenen Qualitätsmanagements einer Feuerwehr dar [3, S. 24]. In Ländern in denen Bedarfspläne erstellt werden müssen, ist teilweise auch festgehalten, dass diese regelmäßig fortzuschreiben, also zu aktualisieren sind [3, S. 157 f.]. Bei einem Bedarfsplan einer Feuerwehr wird die aktuelle Struktur, Organisation, Ausstattung und Leistungsfähigkeit in den Kernthemen Personal, Fahrzeuge und Einsätze (inkl. Zeiten der Einsätze) erfasst. Dieser IST-Zustand wird dann mit einem Stand, der erreicht werden soll, verglichen. Anschließend werden Maßnahmen festgehalten, die dazu führen können dieses SOLL bestmöglich zu erreichen [3, S. 24 ff.].

Einige dieser Elemente stellen die Ausrückzeiten sowie die Hilfsfristen bzw. die Eintreffzeiten dar und werden im Zuge der Bedarfsplanung analysiert [3, S. 322 ff.]. Die jeweilige Zeit, die eine Feuerwehr erfüllen soll, ist nicht in allen Ländern gesetzlich festgelegt (vgl. Tabelle 1). In einigen Ländern existieren auch nur Empfehlungen zu den Zeiten. Die Tabelle 1 zeigt die vorgeschriebenen Werte bzw. Empfehlungen für die Hilfsfristen bzw. Eintreffzeiten in den jeweiligen Ländern. Die Länder, die keine Regelungen vorweisen, haben die Aufgabe der Festlegung dieser Zeiten an die Kommunen im Zuge der Bedarfsplanung abgegeben [9, S. 3] [10, S. 20].

Tabelle 1: Übersicht der Hilfsfristen/Eintreffzeiten der jeweiligen Länder

Land	Art	Zeit	Grundlage
Brandenburg	-	-	Keine Regelung
Nordrhein-Westfalen	-	-	Keine Regelung
Niedersachsen	Eintreffzeit	8 min	Empfehlung
Baden-Württemberg	Eintreffzeit	10 min	Empfehlung
Sachsen	Eintreffzeit	9 min	Empfehlung
Bayern	Eintreffzeit	8,5 min	Vorschrift
	Hilfsfrist	10 min	
Mecklenburg-Vorpommern	Eintreffzeit	10 min	Verordnung
Rheinland-Pfalz	Eintreffzeit	8 min	Verordnung
Saarland	Eintreffzeit	8 min	Vorschrift
Schleswig-Holstein	Hilfsfrist	10 min	Vorschrift
Thüringen	Eintreffzeit	10 min	Verordnung
Hessen	Eintreffzeit	10 min	Gesetz
Sachsen-Anhalt	Eintreffzeit	12 min	Gesetz

Quellen: [9, S. 3], [10, S. 20], [11, S. 47], [12, S. 7], [13, S. 8], [14, Abs. 1.2],
 [15, Abschn. 2, § 7 (4)], [16, Abschn. 1, § 1 (1)], [17, Abs. 2.2.2.1],
 [18, Abs. 2.2.1], [19, Abschn. 1, § 1 (1)], [20, Abschn. 1, § 3 (2)],
 [21, Abschn. 1, § 2 (2)] – Eigene Darstellung

Den Anforderungen der Länder gegenüber steht die Empfehlung der Arbeitsgemeinschaft der Leiter der Berufsfeuerwehren (AGBF), die für die Bedarfsplanung in Städten eine Eintreffzeit der ersten Kräfte von 8 Minuten veranschlagt [7, S. 3].

Da die Ausrückzeit jedoch nur einen Abschnitt der Hilfsfrist oder der Eintreffzeit darstellt (vgl. Kap. 3.1), ist sie zwar Teil einer teilweise festgelegten Zeit (vgl. Tab. 1), nicht jedoch für sich klar definiert. Es gibt folglich keine Vorgabe, wie lange die Ausrückzeit maximal dauern darf. Sie ist jedoch durch die Vorgaben der Eintreffzeit nach oben hin begrenzt. Bei einer Ausrückzeit von 8-12 Minuten, wären die Eintreffzeiten nicht einhaltbar (vgl. Tab. 1) und damit die Planungsvorgaben für eine leistungsfähige Feuerwehr bereits verfehlt.

Darüber hinaus werden Aussagen zur üblichen Ausrückzeit von Freiwilligen Feuerwehren getätigt. Der Landesfeuerwehrverband Hessen spricht von einem geltenden „Standard“ von **5 Minuten** [22, S. 7]. Dieser Wert wird durch das Sächsische Staatsministerium ebenfalls als „üblich“ [13, S. 9] bestätigt. Und auch im Buch zur Feuerwehrbedarfsplanung von T. Lindemann stehen die 5 Minuten als „klassische[r] Planungswert“ [3, S. 323]. Näher belegt werden alle diese Aussagen jedoch nicht.

Was letztlich gilt ist die einzuhaltende Eintreffzeit, in die die Ausrückzeit zwingend Einfluss nimmt. Auch aus dem Grund sollte diese möglichst niedrig gehalten werden, um genügend mögliche Fahrzeit zum Einsatzort zu gewinnen und die Eintreffzeit bestmöglich einhalten zu können. Für die Einhaltung der Eintreffzeit ist die Ausrückzeit eine entscheidende Größe, da

auf diese möglicherweise leichter ein Einfluss möglich ist als auf die reine Fahrzeit. Daher ist es sinnvoll diese auch separat zu analysieren.

3.3 Statistische Datenauswertung

Als Grundlage für die Auswertung in dieser Bachelorarbeit dienen die statistischen Lagemaße Modus, Median und das arithmetische Mittel sowie die Streuungsmaße Varianz, Standardabweichung, Spannweite und Interquartilsabstand. Die Lagemaße bezeichnen die Lage einer Verteilung mit Werten aus verschiedenen Blickwinkeln auf die Verteilung [23, S. 52]. Diese werden nachfolgend kurz erläutert.

Der **Modus** ist definiert durch den Wert einer Verteilung, der in dieser am häufigsten vorhanden ist (vgl. Abb. 2) [24, S. 28].

Der **Median** hingegen ist der Wert einer Verteilung der genau in der Mitte liegt, wenn man die Werte der Verteilung der Größe nach ordnet (vgl. Abb. 2). Liegt die Mitte der Verteilung jedoch dann zwischen zwei Werten, ist der Median der Mittelwert dieser beider Werte [25, S. 83].

Das **arithmetische Mittel** wird mittels Division der Gesamtsumme der Werte einer Verteilung durch die Anzahl der Werte dieser Verteilung berechnet [23, S. 55]. Das arithmetische Mittel ist aufgrund der Berücksichtigung aller Werte der Verteilung in der Gesamtsumme anfällig für Ausreißer (vgl. Abb. 2) [23, S. 57].

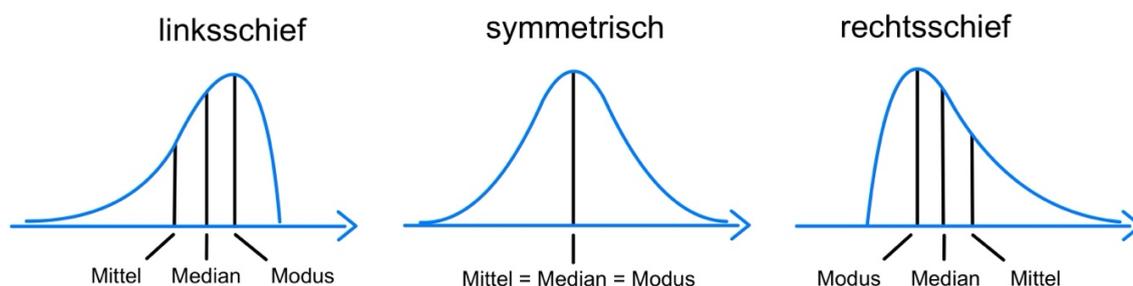


Abbildung 2: Vergleich der Lagemaße

Quelle: Eigene Darstellung

Die folgenden Streuungsmaße beschreiben, wie sich die Werte einer Verteilung um die Lagemaße herum verteilen [25, S. 102].

Die **Varianz** bezeichnet die durchschnittliche quadratische Abweichung vom arithmetischen Mittel [24, S. 191]. Durch das Quadrieren besitzt die Varianz nicht die Einheit der Messwerte [25, S. 243]. Daher wird die Varianz oft nur zum Erhalt der Standardabweichung verwendet [26, S. 31].

Standardabweichung ist gegenüber der Varianz leichter zu verstehen, da sie auch die selbe Einheit trägt, wie die ursprünglichen Messwerte [26, S. 31]. Da die Standardabweichung durch das Wurzelziehen der Varianz berechnet wird [23, S. 64], bezeichnet sie nach dem System der zuvor genannten Definition der Varianz die einfache durchschnittliche Abweichung vom arithmetischen Mittel.

Die **Spannweite** beschreibt in der Statistik die Differenz zwischen dem größten Wert und dem kleinsten Wert einer Verteilung [24, S. 72]. Da die Spannweite jedoch dabei auch die Ausreißer einbezieht, ist diese nur bedingt aussagekräftig [25, S. 108]. Stattdessen wird oft der Interquartilsabstand herangezogen [25, S. 109].

Für die Beschreibung des Interquartilsabstandes sind die Begriffe Perzentil bzw. Quartil relevant. **Perzentile** stellen den jeweiligen Wert einer Verteilung dar, bis zu dem die mit dem Perzentil angegebene Prozentzahl aller unterhalb liegender Werte dieser Verteilung abgedeckt werden [26, S. 33]. So ist das 80 %-Perzentil der Wert, bei dem 80 % der Werte der Verteilung unterhalb der Marke bzw. des Wertes liegen. Nach Tukey werden die **Quartile** hingegen gebildet, indem die vom Median kleinere Hälfte einer Verteilung und die vom Median größere Hälfte einer Verteilung jeweils bei der eigenen Hälfte wieder gleichmäßig geteilt werden [27]. Damit werden die Werte der Verteilung an den Stellen 25 %, 50 % (= Median) und 75 % in vier Segmente geteilt [26, S. 32]. Das 25 %-Quartil wird auch als unteres Quartil und das 75 %-Quartil als oberes Quartil bezeichnet [23, S. 63]. Der **Interquartilsabstand** beschreibt letztlich die Entfernung vom oberen zum unteren Quartil [25, S. 109]. In dem vom Interquartilsabstand überdecktem Bereich liegen somit die mittleren 50 % der betrachteten Werte [26, S. 32].

Um die erhaltenen Ergebnisse der durchgeführten Auswertung darstellen zu können, werden in dieser Bachelorarbeit sowohl Säulendiagramme als auch Boxplots verwendet. Auch diese Begriffe sollen im Folgenden kurz umrissen werden.

Säulendiagramme visualisieren die Mengen von Merkmalsausprägungen einer Verteilung als Säule in einem üblicherweise zweidimensionalen kartesischen Koordinatensystem [25, S. 49].

An der y-Achse, der Ordinate, wird der Häufigkeitswert abgebildet und auf der x-Achse, der Abszisse, stehen die Merkmalsausprägungen einer Verteilung [25, S. 49].

Aus den beschriebenen Lage- und Streuungsmaßen lassen sich zur Veranschaulichung der Daten beispielsweise Boxplots erstellen. **Boxplots** sind grafische Darstellungen verschiedener statistischer Größen von Verteilungen. Sie enthalten z. B. den Median sowie den Interquartilsabstand. Der Interquartilsabstand wird als Box symbolisiert [23, S. 84], bei der die Größe der Box (vgl. Abb. 3 – Nr. 1) die Streuung kennzeichnet [25, S. 116]. Die Grenze der Box nach unten (vgl. Abb. 3 – Nr. 2) stellt damit das untere Quartil dar und die Grenze der Box nach oben (vgl. Abb. 3 – Nr. 3) stellt das obere Quartil dar [23, S. 84]. Die gesamte Größe der Box bildet folglich 50 % der Daten ab. Innerhalb der Box ist der Median, als Strich angegeben (vgl. Abb. 3 – Nr. 4) [23, S. 84]. Die Boxplots aus Microsoft Excel enthalten zudem auch das arithmetische Mittel, als Kreuz (vgl. Abb. 3 – Nr. 5). Als Ausreißer werden in der Darstellung von Boxplots die Werte bezeichnet, die mehr als den 1,5-fachen Interquartilsabstand von dem ersten Quartil nach unten, bzw. von dem dritten Quartil nach oben entfernt liegen [23, S. 86]. Die „Antennen“ außerhalb der Box (vgl. Abb. 3 – Nr. 6), die als „Whisker“ bezeichnet werden, geben den nächstkleineren Wert oberhalb oder den nächstgrößeren Wert unterhalb bis zum jeweiligen 1,5-fachen Interquartilsabstand an [24, S. 51]. Liegen also Werte außerhalb der Whisker (vgl. Abb. 3 – Nr. 7) gelten sie als Ausreißer [23, S. 85].

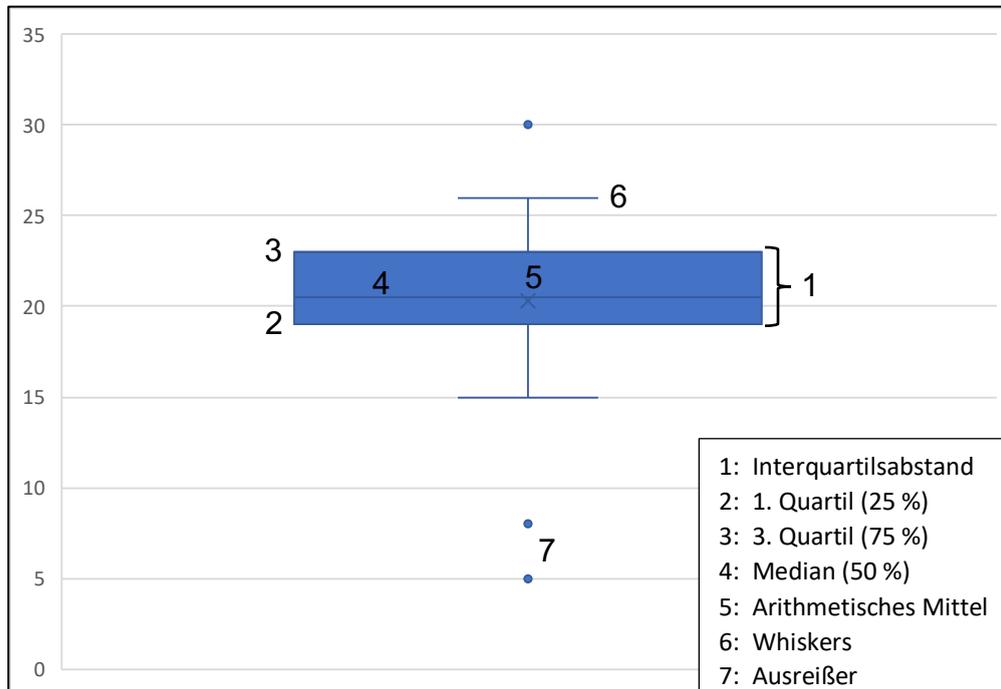


Abbildung 3: Beispiel eines Boxplots

Quelle: Eigene Darstellung

4 Methode

Die Methodik dieser Bachelorarbeit beruht auf der statistischen Auswertung der zugrundeliegenden Einsatzdaten. Diese Daten werden hierfür entsprechend zusammengetragen, aufbereitet und verarbeitet.

4.1 Datengrundlage

Die für die Auswertung genutzten Daten sind Einsatzdaten des Jahres 2021 verschiedener Freiwilliger Feuerwehren von 15 Kommunen aus Deutschland. Hierbei ist zu beachten, dass nur Daten von Kommunen in Betracht gekommen sind, die bereits im Zuge der Bedarfsplanung ihre Einsatzdaten an die Lulf+ Sicherheitsberatung GmbH übermittelt hatten. Die Auswahl der Kommunen, die tatsächlich genutzt wurden erfolgte daraufhin länderübergreifend willkürlich, nach Eignung entsprechend dem Erhebungsjahr sowie der Vollständigkeit der Daten gemäß den Informationen, die für die Auswertung erforderlich sind. Dazu sei anzumerken, dass eine Auswahl anderer Datengrundlagen auch andere Ergebnisse liefern kann. Die Abweichungen zu dieser Auswertung werden jedoch als gering angenommen.

Die Daten dieser Auswertung stammen aus dem Jahr 2021, welches von den Maßnahmen der COVID-19-Pandemie begleitet wurde, wie z. B. eines „Lockdowns“ zu Beginn des Jahres. Dies hatte einerseits einen gewissen Anteil an Home-Office-Tätigkeit sowie auch Kurzarbeit zur Folge. Es ist somit nicht auszuschließen, dass sich tendenziell mehr Einsatzkräfte tagsüber zuhause aufhielten. Dies kann sich somit zu den Jahren vor der Pandemie unterscheiden, aber auch hinsichtlich der Home-Office-Anteile nach der Pandemie fortgesetzt haben. Der Effekt auf die Ergebnisse dieser Auswertung werden damit als gering angenommen.

Die Vermischung von Datensätzen aus Kommunen unterschiedlicher Länder wird als nicht verzerrend bewertet, da das Alarmierungssystem von Freiwilligen Feuerwehren und die Vorgänge nach Alarmierung in Deutschland bei Einsätzen, gemäß der Brandschutzgesetze der Länder, gleich aufgebaut sind. Dies lässt sich beispielhaft aus § 2 Abs. 2 Nr. 3 mit Bezug auf § 3 Abs. 1 Nr. 2 des Brandschutzgesetzes Schleswig-Holstein entnehmen [28]. Die Alarmierung erfolgt durch eine ständig besetzte Stelle, die die Notrufe entgegennimmt. Hierbei ist nicht relevant, auf welchem Übertragungsweg alarmiert wird. Die ehrenamtlichen Kräfte fahren nach erhaltener Alarmierung zum Feuerwehrhaus und besetzen das entsprechend erforderliche Fahrzeug für den Einsatz.

Für die Verwendung der Daten in dieser Bachelorarbeit wurde bei den Verantwortlichen der jeweiligen Kommunen die Genehmigung eingeholt. Die Daten werden ausschließlich

anonymisiert verwendet. Ein Rückschluss auf eine betreffende Kommune ist mit dieser Auswertung nicht möglich.

4.2 Datenaufbereitung

Die verwendeten Rohdaten wurden mit Hilfe von Microsoft Excel zusammengeführt, aufbereitet, gefiltert und ausgewertet. Diese bestehen aus allen relevanten Daten zu den jeweiligen Einsätzen. Hier sind die Einsatznummer, das Datum des Einsatzbeginns, die Uhrzeit des Einsatzbeginns, das Alarmstichwort, die tatsächliche Lage, die vollständige Adresse sowie ggf. Koordinaten, das beteiligte Einsatzfahrzeug, ggf. die Personalstärke des ausgerückten Einsatzfahrzeuges, die zugehörige Feuerwehr, die Zeiten des Notrufeingangs, der Alarmierung und der Status sowie Bemerkungen aufgeführt.

Die Einsatzdaten sind in Abhängigkeit der Einsatznummern und den beteiligten Feuerwehren nach Einmaligkeit gefiltert, um für jede beteiligte Feuerwehr eine eigene Ausrückzeit pro Einsatz ermitteln zu können. Für diese Zeile wird anschließend das Fahrzeug dieser Feuerwehr ermittelt, dass die früheste Alarmierungszeit aufweist. Aus dieser zugehörigen Alarmierungszeit, sofern sie in den Daten existiert, wird dann mittels Differenz zur Statuszeit des Status 3 (vgl. Kap. 3.1 – Statuszeit) die Ausrückzeit ermittelt. Hierbei wird eine berechnete Ausrückzeit von 0 Minuten und 0 Sekunden nicht gewertet. Eine solche Ausrückzeit ist unrealistisch und kann nur bei eigenständiger Zuweisung des Fahrzeuges zu dem Einsatz durch die Leitstelle erfolgen. Das Fahrzeug setzt dabei den Status am Funkgerät ab und die Leitstelle fügt das Fahrzeug mit diesem Zeitstempel dem Einsatz hinzu.

4.3 Klassierung

Klassierung bezeichnet die Zusammenfassung von Merkmalsausprägungen unter vorgegebenen Gruppen und ermöglicht so übersichtliche Darstellungen der Ergebnisse [29, S. 21 f.]. Die erste Klassierung, also die Gruppierung der Daten, erfolgt bei der Ordnung der Rohdaten bezüglich der Einwohnerzahl der Kommune. Dies ist erfolgt, damit die Feuerwehren, die etwa gleiche Verhältnisse aufweisen, verglichen werden und somit nicht eine Feuerwehr einer größeren Stadt mit einer Feuerwehr einer kleineren Kommune in direkten Vergleich gesetzt werden. Bei dieser Ordnung wird die erfasste Einwohnerzahl mit dem Stichtag des 31.12.2021 zugrunde gelegt. Eine Kommune mit weniger als 10.000 Einwohnern wird in den Cluster A sortiert. Eine Kommune mit einer Einwohnerzahl größer als oder gleich 10.000, aber kleiner als 20.000 gehört zum Cluster B. Kommunen mit mehr als oder gleich 20.000, aber weniger als 50.000 Einwohnern werden dem Cluster C zugeordnet. Jedes Cluster beinhaltet damit jeweils 5 Kommunen. Die Grenze der 50.000 Einwohner wurde

gewählt, um größere Städte, die oft bereits eine Berufsfeuerwehr oder hauptamtliche Einsatzkräfte aufweisen, nicht in dieser Auswertung vorzufinden. Alle verwendeten Feuerwehren der jeweiligen Kommunen bestehen nur aus ehrenamtlichen Einsatzkräften.

Die Einordnung der Alarmstichwörter in die entsprechenden ID-Stichwörter geschieht unter der Prämisse, dass ein Einsatz tatsächlich einen Notfalleinsatz darstellt, der regulär über die Leitstelle alarmiert wurde. Nicht betrachtet werden in dieser Bachelorarbeit solche Einsätze, die geplant waren oder nur Übungen oder Testeinsätze darstellen. Zu diesen nicht berücksichtigten Einsätzen gehören auch Brandsicherheitswachen und Brandschutzerziehungen. Einsätze mit solchen Charakteristiken wurden bei der Filterung der Daten aussortiert. Des Weiteren ist bei der Einordnung der Alarmstichwörter zu beachten, dass nur das initiale Stichwort betrachtet wird. Hat sich die Lage bei Eintreffen doch anders herausgestellt, ist dies in dieser Auswertung nicht berücksichtigt.

Über die Klassierung in ID-Stichwörter hinaus, findet eine Klassierung der Daten noch an weiteren Stellen statt, um die Daten zu filtern, zu vereinheitlichen und übersichtlich veranschaulichen zu können. Die Ausrückzeit wird im weiteren Verlauf der Datenaufbereitung abhängig von der Relevanz des Einsatzfahrzeuges gefiltert. Ob ein Fahrzeug aus den Rohdaten relevant ist oder nicht, muss vorher mittels Zuweisung von Werten, in diesem Fall mit 1 und 0 als binäre Werte, festgelegt werden. Hierbei werden nur Löschfahrzeuge mit mindestens einer Staffelnkabine (vgl. Kap. 3.1) als relevant angenommen (Wert = 1). Dies ist in der einsatztaktischen Leistungsfähigkeit der Einsatzfahrzeuge begründet. Für Einsätze aller Art sind ein gewisses Grundmaß an Ausstattung und Personalstärke erforderlich. Beides wird bei der Feuerwehr in den Löschfahrzeugen am besten vereint. Zwar stellt das Löschfahrzeug für einige Hilfeleistungseinsätze kein Spezialgerät zur Verfügung, jedoch sind erste Maßnahmen, so etwa der Erstzugang zu eingeklemmten Personen nach einem Verkehrsunfall sowie die Betreuung dieser, mit dem verlasteten Gerät möglich. Dem entgegen bringen die Spezialfahrzeuge meist durch kleinere Fahrzeugkabinen weniger Personal mit zur Einsatzstelle. Daher sind die Löschfahrzeuge die erstausrückenden Fahrzeuge und die „Allrounder“ der Feuerwehr. In kleineren Kommunen kann es oftmals vorkommen, dass nur ein kleines Löschfahrzeug mit Staffelnkabine als einziges Fahrzeug vorhanden ist, daher wird das Löschfahrzeug mit Staffelnkabine für diese Auswertung als Mindestmaß angesetzt.

Ist die Ausrückzeit gemäß der Relevanz des Fahrzeuges valide für diese Auswertung, wird diese auf die nächste volle Minute aufgerundet und die übrigen auszuwertenden Parameter werden ebenfalls klassiert. Das Datum bzw. die Uhrzeit des Einsatzes wird entsprechend der meteorologischen Jahreszeit, dem Wochentag, der definierten Tageszeit (vgl. Kap. 3.1) und dem definierten Zeitintervall Arbeitszeit oder Freizeit (vgl. Kap. 3.1) eingeordnet und separat aufgeschlüsselt.

4.4 Datenverarbeitung

Die aufbereiteten und klassierten Daten sind nun zur Auswertung geeignet. Die Auswertung erfolgt weiterhin getrennt im entsprechenden Cluster.

Die Minutenwerte der Ausrückzeiten werden im ersten Schritt mit der jeweiligen Gesamtzahl der Einsätze je Minutenwert zusammengetragen. Hieraus lässt sich ein Säulendiagramm erzeugen, das die Verteilung der Einsätze über die jeweiligen Ausrückzeiten darstellt.

Für die Auswertung der Daten in Boxplots werden alle Ausrückzeiten untereinander aufgetragen. Zu dieser Auftragung der Ausrückzeiten wird dann für jeden Wert die zugehörige Merkmalsausprägung aus den Kategorien ID-Stichwort, Zeitintervall, Tageszeit, Wochentag und Jahreszeit zugeordnet. Um die Daten nun für Boxplots nutzbar zu machen, wird jede mögliche Merkmalsausprägung einer Kategorie in einer eigenen Spalte nebeneinander aufgegliedert und bei Vorliegen einer Merkmalsausprägung die jeweilige Minute in die Spalte der Merkmalsausprägung eingetragen. Alle übrigen Felder erhalten bei dieser Abfrage Fehlerwerte, die bei den Boxplots nicht berücksichtigt werden. Zusätzlich zu den Darstellungen der Boxplots werden auch die statistischen Größen, die jedem einzelnen Boxplot zugrunde liegen berechnet und mit angegeben.

Für eine weitere Detailbetrachtung werden letztlich Säulendiagramme erstellt, die für jede Merkmalsausprägung innerhalb einer Kategorie die zugehörigen Werte der Lagemaße arithmetisches Mittel, Median und Modus sowie des 80 %-Perzentils und der Standardabweichung abbilden.

5 Ergebnisse

Die Auswertung der im Methodenteil beschriebenen Daten ergibt die folgenden Säulendiagramme und Boxplots. Die Gesamtzahlen der auswertbaren Einsätze betragen 434 für den Cluster A, 777 Einsätze für den Cluster B und 859 Einsätze für den Cluster C. Die Cluster sind in den Tabellen und Abbildungen farblich codiert, um sie leichter auseinanderhalten zu können. Diese Farbcodierung ist auch in der zugrundeliegenden Tabellenkalkulation enthalten. Der Cluster A ist lachsfarben , der Cluster B ist türkis  und der Cluster C ist lila  eingefärbt. Wie bereits erläutert, sind die Cluster wie folgt nach der Kommunengröße gestaffelt:

- Cluster A: Kommunen mit < 10.000 Einwohnern
- Cluster B: Kommunen mit ≥ 10.000 Einwohnern und < 20.000 Einwohnern
- Cluster C: Kommunen mit ≥ 20.000 Einwohnern und < 50.000 Einwohnern

Bei den Boxplots hingegen sind die Merkmalsausprägungen unterschiedlich eingefärbt. Die Boxplots enthalten den Zusatz „(angepasst)“, was darauf hinweisen soll, dass diese auf der Y-Achse eingekürzt wurden, sodass hier große Ausreißer nicht sichtbar sind. Die Ausreißer wurden damit ausgeblendet, nicht jedoch aus der Auswertung entfernt. Der Vergleich der Boxen kann somit leichter gelingen. Die vollständig dargestellten Boxplots sind im Anhang enthalten (vgl. Anhang 2-6). Zu den Boxplots stehen jeweils Tabellen mit den Kerngrößen der jeweiligen Merkmalsausprägungen, die in den Boxplots enthalten sind.

Weitere Diagramme zum Vergleich statistischer Lagemaße und Streuungsmaße sowie zur anteiligen Häufigkeit des jeweiligen Merkmals pro Cluster sind im Anhang zu finden.

5.1 Säulendiagramme – alle Einsätze je Cluster

Die drei Säulendiagramme (vgl. Abb. 4-6) stellen die gesamten auswertbaren Einsätze der jeweiligen Cluster gestaffelt nach den aufgerundeten Minutenwerten der Ausrückzeit dar. Die Werte über 10 Minuten wurden in diesen Darstellungen zusammengefasst. In den erweiterten Darstellungen im Anhang (vgl. Anh. 1) werden diese zusammengefassten Werte einzeln aufgelistet.

Der häufigste Wert, also der Modus, liegt bei 6 (Cluster A und C) bzw. 5 Minuten (Cluster B). Der Median, also der Wert in der Mitte der Verteilung, liegt für alle Cluster bei 6 Minuten und die arithmetischen Mittel liegen bei 6,79 Minuten (Cluster A), 7,05 Minuten (Cluster B) bzw. 6,85 Minuten (Cluster C).

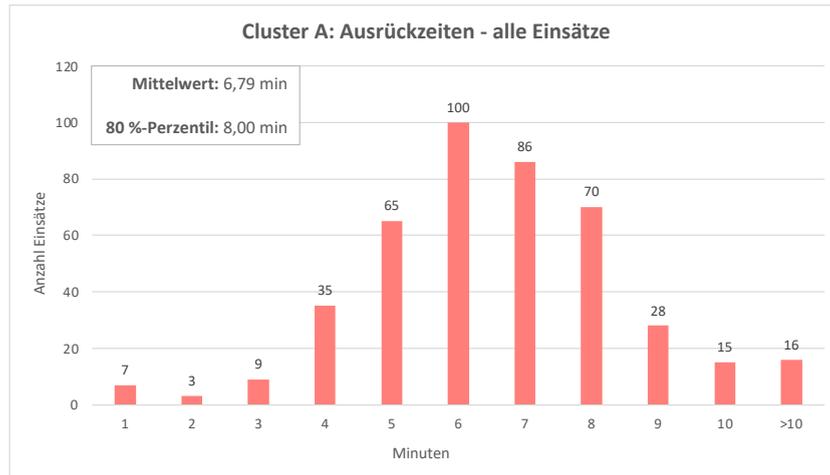


Abbildung 4: Verteilung der Ausrückzeiten aller Einsätze im Cluster A

Quelle: Eigene Darstellung

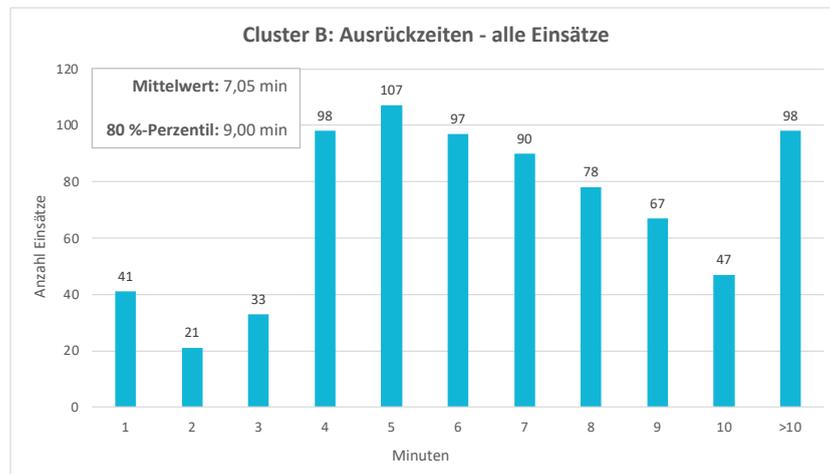


Abbildung 5: Verteilung der Ausrückzeiten aller Einsätze im Cluster B

Quelle: Eigene Darstellung

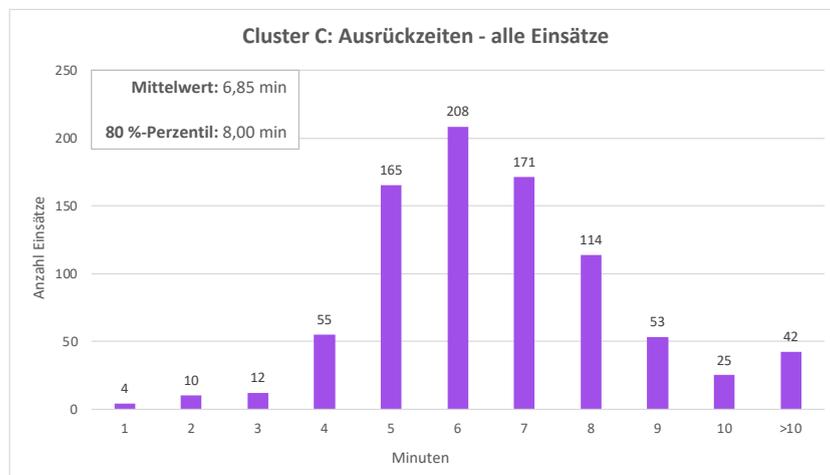


Abbildung 6: Verteilung der Ausrückzeiten aller Einsätze im Cluster C

Quelle: Eigene Darstellung

5.2 Boxplots – ID-Stichwörter

Die nachfolgend dargestellten Boxplots (vgl. Abb. 7-9) zeigen die Verteilungen der Ausrückzeiten von verschiedenen Merkmalsausprägungen der ID-Stichwörter für alle Cluster. Die Tabelle 2 enthält die zugehörigen Werte, aus denen die Boxplots aufgebaut sind. Diese Tabelle, wie auch die gleich aufgebauten Tabellen der folgenden Kapitel, zeigen die Merkmalsausprägungen der jeweiligen Kategorie, in diesem Fall der ID-Stichwörter, nebeneinander aufgetragen. Dazu stehen untereinander im oberen Block die Kennwerte der Box inklusive des Maximums und des Minimums der Gesamtverteilung der jeweiligen Merkmalsausprägung. Im unteren Block sind die Werte bezüglich der Streuung untereinander aufgetragen. So steht hier der Interquartilsabstand, der die Differenz der Boxgrenzen darstellt, die Spannweite als Differenz zwischen Maximum und Minimum (vgl. Kap. 3.3) und der Abstand der Whiskergrenzen, also die Differenz zwischen oberer und unterer Whiskergrenze.

Tabelle 2: Übersicht der Werte für Boxplots nach ID-Stichwörtern für die Cluster A, B, C

Cluster A	Kleiner Brand	Großer Brand	BMA/RWM	TH Person	Allg. TH	Unwetter	Ölbeseitigung	Gefahrgut
Maximum	21,00 min	56,00 min	12,00 min	14,00 min	11,00 min	12,00 min	12,00 min	7,00 min
Oberes Quartil	7,00 min	9,00 min	7,00 min	8,00 min	8,00 min	8,00 min	9,00 min	7,00 min
Mittelwert	6,81 min	9,40 min	6,19 min	6,67 min	6,03 min	6,15 min	7,42 min	6,00 min
Median	6,50 min	7,00 min	6,00 min	6,00 min	6,00 min	6,00 min	7,00 min	6,00 min
Unteres Quartil	6,00 min	6,00 min	5,00 min	6,00 min	5,00 min	4,00 min	6,00 min	5,00 min
Minimum	3,00 min	4,00 min	3,00 min	1,00 min	1,00 min	1,00 min	4,00 min	5,00 min
Interquartilsabstand	1,00 min	3,00 min	2,00 min	2,00 min	3,00 min	4,00 min	3,00 min	2,00 min
Spannweite	18,00 min	52,00 min	9,00 min	13,00 min	10,00 min	11,00 min	8,00 min	2,00 min
Abstand Whisker	3,00 min	9,00 min	6,00 min	7,00 min	10,00 min	11,00 min	8,00 min	2,00 min

Cluster B	Kleiner Brand	Großer Brand	BMA/RWM	TH Person	Allg. TH	Unwetter	Ölbeseitigung	Gefahrgut
Maximum	47,00 min	24,00 min	12,00 min	19,00 min	23,00 min	23,00 min	47,00 min	14,00 min
Oberes Quartil	9,00 min	9,00 min	8,00 min	9,00 min	9,00 min	8,00 min	10,00 min	9,50 min
Mittelwert	7,70 min	7,47 min	6,42 min	6,91 min	7,58 min	5,70 min	8,27 min	8,25 min
Median	6,00 min	7,00 min	6,00 min	6,00 min	7,00 min	5,00 min	7,00 min	7,50 min
Unteres Quartil	5,00 min	5,00 min	5,00 min	5,00 min	5,00 min	2,00 min	5,00 min	6,00 min
Minimum	1,00 min	3,00 min	2,00 min	1,00 min	1,00 min	1,00 min	1,00 min	5,00 min
Interquartilsabstand	4,00 min	4,00 min	3,00 min	4,00 min	4,00 min	6,00 min	5,00 min	3,50 min
Spannweite	46,00 min	21,00 min	10,00 min	18,00 min	22,00 min	22,00 min	46,00 min	9,00 min
Abstand Whisker	14,00 min	10,00 min	10,00 min	12,00 min	14,00 min	15,00 min	14,00 min	9,00 min

Cluster C	Kleiner Brand	Großer Brand	BMA/RWM	TH Person	Allg. TH	Unwetter	Ölbeseitigung	Gefahrgut
M								
O	Q							
M								
M	Q							
M								
I								
S								
A								

Aus den Boxplots (vgl. Abb. 7-9) lässt sich bereits entnehmen, dass bei den ID-Stichwörtern ein uneiniges Bild entsteht. Dieses wird in der Diskussion jedoch Stück für Stück betrachtet und strukturiert analysiert. Auffällig sind bereits die größeren Bereiche der Whisker im Cluster B sowie insbesondere die tief verlagerte Box der Unwetter in Cluster A.

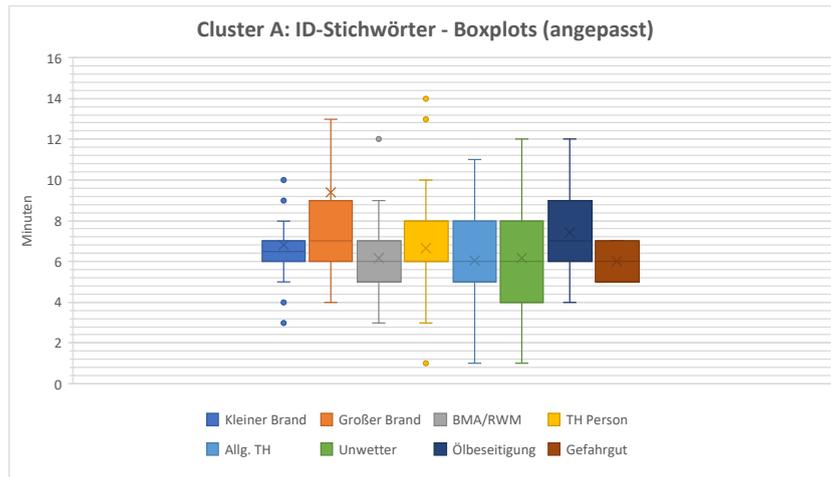


Abbildung 7: Angepasste Boxplots der Ausrückzeiten nach ID-Stichwörtern im Cluster A

Quelle: Eigene Darstellung

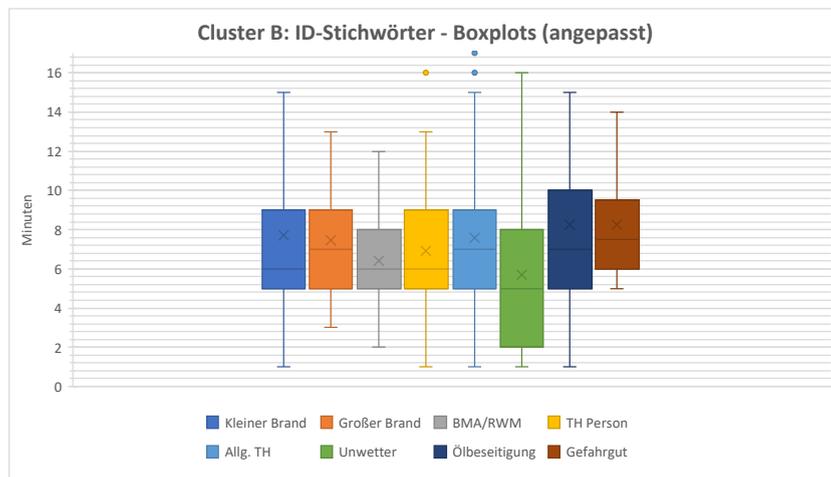


Abbildung 8: Angepasste Boxplots der Ausrückzeiten nach ID-Stichwörtern im Cluster B

Quelle: Eigene Darstellung

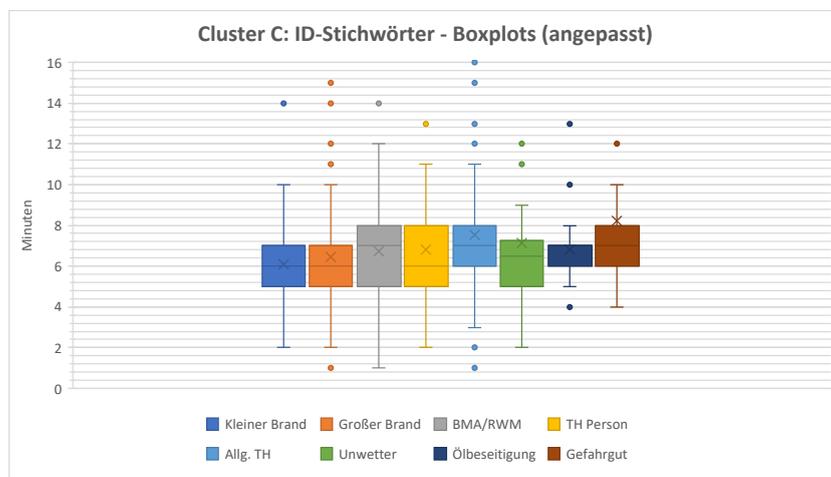


Abbildung 9: Angepasste Boxplots der Ausrückzeiten nach ID-Stichwörtern im Cluster C

Quelle: Eigene Darstellung

5.3 Boxplots – Zeitintervalle

Die Tabelle 3 zeigt die Werte, aus denen die nachstehenden Boxplots (vgl. Abb. 10-12) aufgebaut sind. Diese bilden die Verteilungen der Ausrückzeiten für die Kategorie der Zeitintervalle ab. Als Merkmale stehen hier die Arbeitszeit und die Freizeit. Diese beschreiben, ob üblicherweise in diesem Zeitraum gearbeitet wird oder der Zeitraum üblicherweise nicht zur Arbeitszeit gehört.

Tabelle 3: Übersicht der Werte für Boxplots nach Zeitintervallen für die Cluster A, B, C

Cluster A	Arbeitszeit	Freizeit
Maximum	21,00 min	56,00 min
Oberes Quartil	8,00 min	8,00 min
Mittelwert	6,67 min	6,99 min
Median	7,00 min	6,00 min
Unteres Quartil	5,25 min	5,00 min
Minimum	1,00 min	1,00 min
Interquartilsabstand	2,75 min	3,00 min
Spannweite	20,00 min	55,00 min
Abstand Whisker	10,00 min	11,00 min

Cluster B	Arbeitszeit	Freizeit
Maximum	47,00 min	31,00 min
Oberes Quartil	9,00 min	8,00 min
Mittelwert	7,32 min	6,66 min
Median	7,00 min	6,00 min
Unteres Quartil	5,00 min	4,00 min
Minimum	1,00 min	1,00 min
Interquartilsabstand	4,00 min	4,00 min
Spannweite	46,00 min	30,00 min
Abstand Whisker	14,00 min	12,00 min

Cluster C	Arbeitszeit	Freizeit
Maximum	33,00 min	45,00 min
Oberes Quartil	8,00 min	7,00 min
Mittelwert	7,10 min	6,47 min
Median	7,00 min	6,00 min
Unteres Quartil	6,00 min	5,00 min
Minimum	1,00 min	1,00 min
Interquartilsabstand	2,00 min	2,00 min
Spannweite	32,00 min	44,00 min
Abstand Whisker	8,00 min	8,00 min

An den Boxplots aller drei Cluster (vgl. Abb. 10-12) und damit auch an der Tabelle 3 erkennt man einen Median mit 6 Minuten in der Freizeit und einen Median von 7 Minuten in der Arbeitszeit. Der Interquartilsabstand fällt bei beiden Merkmalen relativ gleich aus pro Cluster und auch die Abstände der Whisker sind mit nur leichtem Hoch in Cluster B nah beieinander.

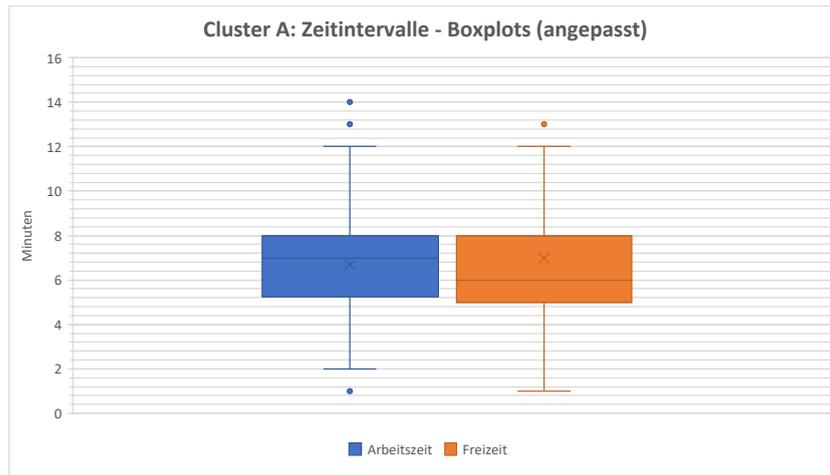


Abbildung 10: Angepasste Boxplots der Ausrückzeiten nach Zeitintervallen im Cluster A

Quelle: Eigene Darstellung

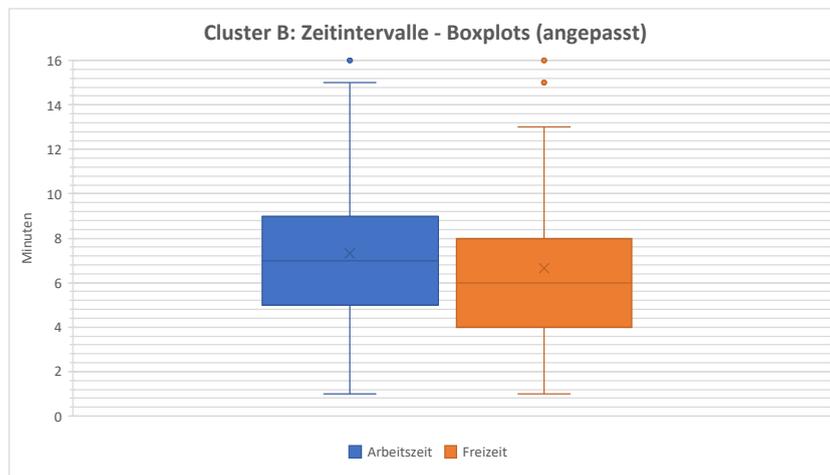


Abbildung 11: Angepasste Boxplots der Ausrückzeiten nach Zeitintervallen im Cluster B

Quelle: Eigene Darstellung

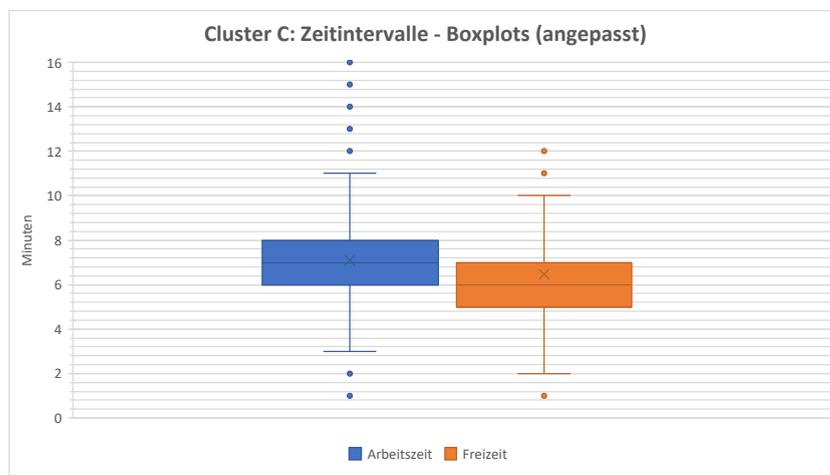


Abbildung 12: Angepasste Boxplots der Ausrückzeiten nach Zeitintervallen im Cluster C

Quelle: Eigene Darstellung

5.4 Boxplots – Tageszeiten

Die nachfolgend dargestellten Boxplots (vgl. Abb. 13-15) zeigen die Verteilungen der Ausrückzeiten von verschiedenen Merkmalsausprägungen der Tageszeiten für alle Cluster. Die Tabelle 4 enthält die zugehörigen Werte, aus denen die Boxplots aufgebaut sind.

Tabelle 4: Übersicht der Werte für Boxplots nach Tageszeiten für die Cluster A, B, C

Cluster A	Vormittag	Nachmittag	Abend	Nacht
Maximum	13,00 min	21,00 min	56,00 min	13,00 min
Oberes Quartil	8,00 min	8,00 min	7,00 min	8,25 min
Mittelwert	6,88 min	6,35 min	7,36 min	7,52 min
Median	7,00 min	6,00 min	6,00 min	7,00 min
Unteres Quartil	5,00 min	5,00 min	5,00 min	6,00 min
Minimum	2,00 min	1,00 min	3,00 min	4,00 min
Interquartilsabstand	3,00 min	3,00 min	2,00 min	2,25 min
Spannweite	11,00 min	20,00 min	53,00 min	9,00 min
Abstand Whisker	10,00 min	10,00 min	6,00 min	7,00 min

Cluster B	Vormittag	Nachmittag	Abend	Nacht
Maximum	24,00 min	47,00 min	31,00 min	18,00 min
Oberes Quartil	9,00 min	9,00 min	8,00 min	9,00 min
Mittelwert	7,36 min	7,09 min	6,36 min	7,48 min
Median	7,00 min	6,00 min	6,00 min	7,00 min
Unteres Quartil	5,00 min	4,00 min	4,00 min	5,00 min
Minimum	1,00 min	1,00 min	1,00 min	1,00 min
Interquartilsabstand	4,00 min	5,00 min	4,00 min	4,00 min
Spannweite	23,00 min	46,00 min	30,00 min	17,00 min
Abstand Whisker	13,00 min	15,00 min	11,00 min	14,00 min

Cluster C	Vormittag	Nachmittag	Abend	Nacht
Maximum	45,00 min	28,00 min	29,00 min	14,00 min
Oberes Quartil	8,00 min	8,00 min	7,00 min	8,00 min
Mittelwert	7,66 min	6,66 min	6,14 min	6,91 min
Median	7,00 min	6,00 min	6,00 min	7,00 min
Unteres Quartil	6,00 min	5,00 min	5,00 min	6,00 min
Minimum	3,00 min	1,00 min	2,00 min	1,00 min
Interquartilsabstand	2,00 min	3,00 min	2,00 min	2,00 min
Spannweite	42,00 min	27,00 min	27,00 min	13,00 min
Abstand Whisker	8,00 min	10,00 min	8,00 min	8,00 min

Bei den Boxplots der Tageszeiten (vgl. Abb. 13-15) stechen vor allem der Nachmittag und der Abend in allen Clustern hervor. Auch die Mediane unterstützen die Verlagerung um eine Minute nach unten gegenüber den anderen Merkmalen (vgl. Tab. 4).

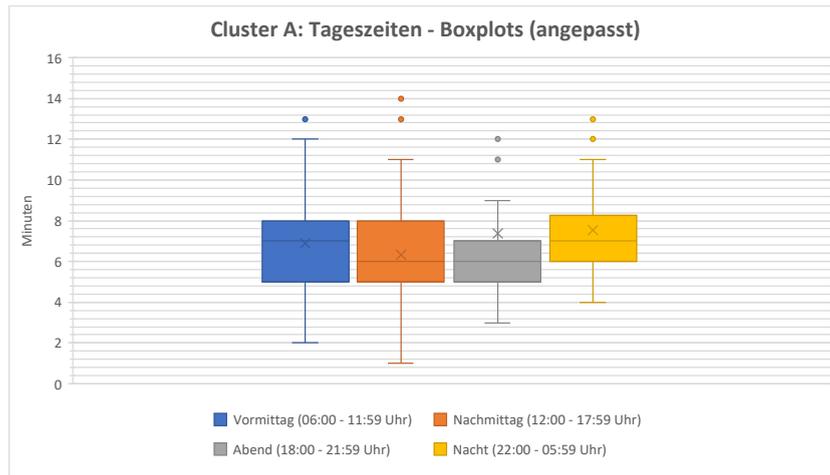


Abbildung 13: Angepasste Boxplots der Ausrückzeiten nach Tageszeiten im Cluster A

Quelle: Eigene Darstellung

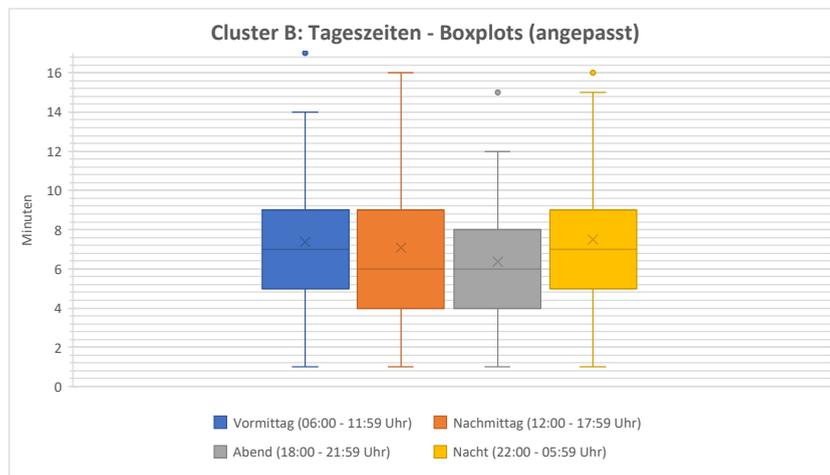


Abbildung 14: Angepasste Boxplots der Ausrückzeiten nach Tageszeiten im Cluster B

Quelle: Eigene Darstellung

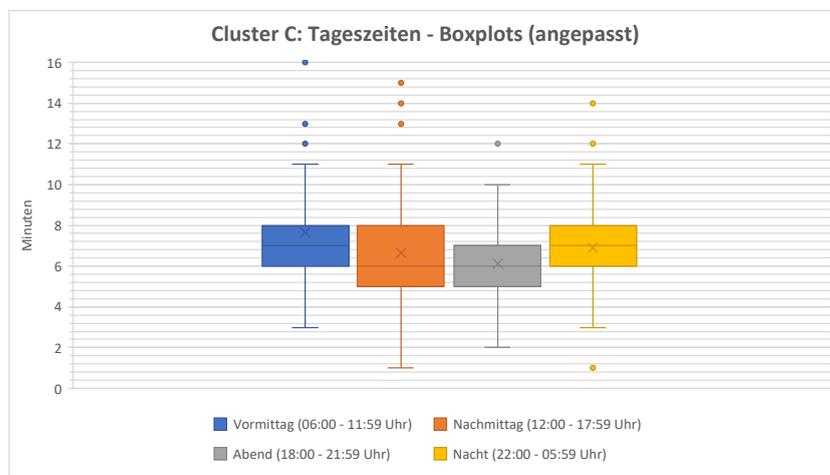


Abbildung 15: Angepasste Boxplots der Ausrückzeiten nach Tageszeiten im Cluster C

Quelle: Eigene Darstellung

5.5 Boxplots – Wochentage

Die nachfolgend dargestellten Boxplots (vgl. Abb. 16-18) zeigen die Verteilungen der Ausrückzeiten von verschiedenen Merkmalsausprägungen der Wochentage für alle Cluster. Die Tabelle 5 enthält die zugehörigen Werte, aus denen die Boxplots aufgebaut sind.

Tabelle 5: Übersicht der Werte für Boxplots nach Wochentagen für die Cluster A, B, C

Cluster A	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag	Sonntag
Maximum	13,00 min	21,00 min	56,00 min	13,00 min	14,00 min	13,00 min	13,00 min
Oberes Quartil	7,00 min	8,00 min	8,00 min	8,00 min	8,00 min	8,00 min	8,00 min
Mittelwert	6,59 min	6,73 min	7,79 min	6,38 min	6,56 min	6,90 min	6,58 min
Median	7,00 min	7,00 min	7,00 min	6,00 min	6,00 min	6,00 min	6,00 min
Unteres Quartil	5,25 min	5,00 min	5,50 min	5,00 min	6,00 min	5,00 min	5,00 min
Minimum	3,00 min	1,00 min	1,00 min	1,00 min	2,00 min	4,00 min	1,00 min
Interquartilsabstand	1,75 min	3,00 min	2,50 min	3,00 min	2,00 min	3,00 min	3,00 min
Spannweite	10,00 min	20,00 min	55,00 min	12,00 min	12,00 min	9,00 min	12,00 min
Abstand Whisker	6,00 min	10,00 min	7,00 min	9,00 min	6,00 min	8,00 min	11,00 min

Cluster B	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag	Sonntag
Maximum	31,00 min	24,00 min	47,00 min	23,00 min	16,00 min	25,00 min	15,00 min
Oberes Quartil	9,00 min	9,00 min	8,00 min	9,00 min	9,00 min	9,00 min	8,00 min
Mittelwert	7,48 min	7,56 min	6,96 min	6,90 min	6,96 min	6,92 min	6,62 min
Median	6,00 min	7,00 min	6,00 min	6,00 min	7,00 min	6,50 min	6,00 min
Unteres Quartil	5,00 min	5,00 min	4,00 min	4,00 min	5,00 min	5,00 min	5,00 min
Minimum	1,00 min	1,00 min	1,00 min	1,00 min	1,00 min	1,00 min	1,00 min
Interquartilsabstand	4,00 min	4,00 min	4,00 min	5,00 min	4,00 min	4,00 min	3,00 min
Spannweite	30,00 min	23,00 min	46,00 min	22,00 min	15,00 min	24,00 min	14,00 min
Abstand Whisker	14,00 min	14,00 min	13,00 min	15,00 min	13,00 min	14,00 min	11,00 min

Cluster C	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag	Sonntag
Maximum	20,00 min	33,00 min	28,00 min	18,00 min	21,00 min	27,00 min	45,00 min
Oberes Quartil	8,00 min	8,00 min	8,00 min	8,00 min	7,00 min	7,00 min	8,00 min
Mittelwert	6,54 min	7,24 min	7,03 min	6,89 min	6,62 min	6,41 min	7,22 min
Median	6,00 min	6,00 min	6,00 min	7,00 min	6,00 min	6,00 min	7,00 min
Unteres Quartil	5,00 min	5,00 min	5,00 min	5,00 min	5,00 min	5,00 min	5,00 min
Minimum	1,00 min	2,00 min	3,00 min	2,00 min	3,00 min	1,00 min	3,00 min
Interquartilsabstand	3,00 min	3,00 min	3,00 min	3,00 min	2,00 min	2,00 min	3,00 min
Spannweite	19,00 min	31,00 min	25,00 min	16,00 min	18,00 min	26,00 min	42,00 min
Abstand Whisker	11,00 min	10,00 min	8,00 min	10,00 min	7,00 min	8,00 min	9,00 min

Die Wertedarstellungen der Wochentage in den Boxplots (vgl. Abb. 16-18) ergeben über alle Cluster hinweg ein sehr zufälliges Bild. Auch beim Vergleich der Realwerte aus der Tabelle 5 besteht keine offensichtliche Auffälligkeit.

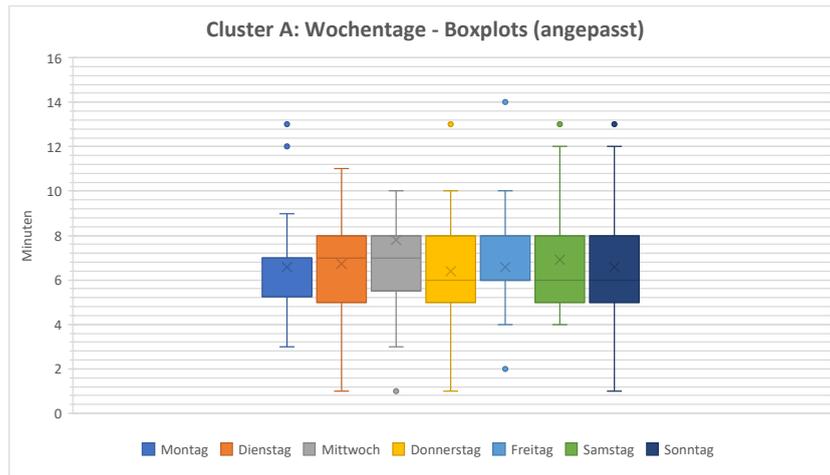


Abbildung 16: Angepasste Boxplots der Ausrückzeiten nach Wochentagen im Cluster A

Quelle: Eigene Darstellung

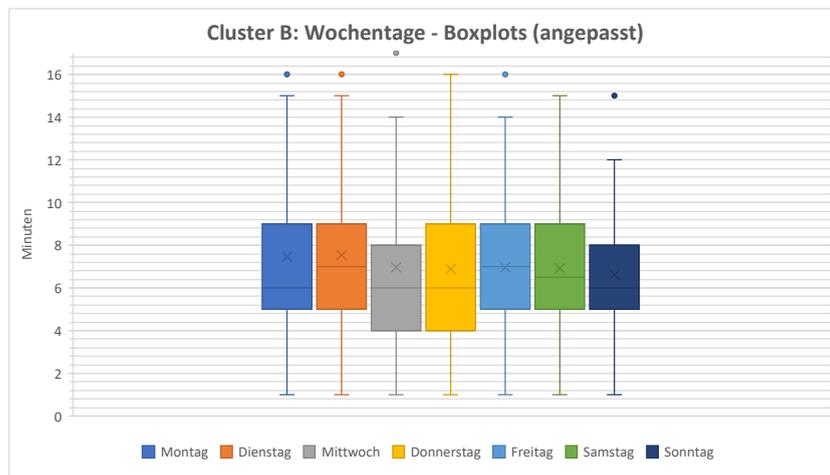


Abbildung 17: Angepasste Boxplots der Ausrückzeiten nach Wochentagen im Cluster B

Quelle: Eigene Darstellung

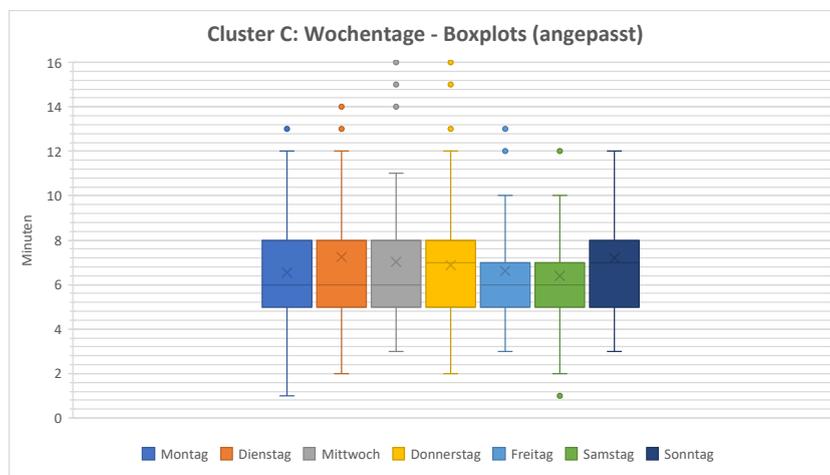


Abbildung 18: Angepasste Boxplots der Ausrückzeiten nach Wochentagen im Cluster C

Quelle: Eigene Darstellung

5.6 Boxplots – Jahreszeiten

Als letzter Abschnitt der Ergebnisse sind im Folgenden die Boxplots (vgl. Abb. 19-21) der Ausrückzeiten nach den Jahreszeiten Frühling, Sommer, Herbst und Winter für die drei genannten Cluster dargestellt. Die Tabelle 6 enthält wiederum die Werte, aus denen sich die Boxplots zusammensetzen.

Tabelle 6: Übersicht der Werte für Boxplots nach Jahreszeiten für die Cluster A, B, C

Cluster A	Frühling	Sommer	Herbst	Winter
Maximum	13,00 min	21,00 min	56,00 min	13,00 min
Oberes Quartil	8,00 min	7,00 min	8,00 min	8,00 min
Mittelwert	6,67 min	6,25 min	7,39 min	6,89 min
Median	6,00 min	6,00 min	7,00 min	7,00 min
Unteres Quartil	6,00 min	5,00 min	6,00 min	6,00 min
Minimum	3,00 min	1,00 min	1,00 min	3,00 min
Interquartilsabstand	2,00 min	2,00 min	2,00 min	2,00 min
Spannweite	10,00 min	20,00 min	55,00 min	10,00 min
Abstand Whisker	8,00 min	8,00 min	8,00 min	8,00 min

Cluster B	Frühling	Sommer	Herbst	Winter
Maximum	25,00 min	47,00 min	47,00 min	24,00 min
Oberes Quartil	9,00 min	8,00 min	9,00 min	9,00 min
Mittelwert	7,21 min	6,54 min	7,43 min	7,30 min
Median	6,00 min	6,00 min	7,00 min	7,00 min
Unteres Quartil	5,00 min	4,00 min	5,00 min	5,00 min
Minimum	1,00 min	1,00 min	1,00 min	1,00 min
Interquartilsabstand	4,00 min	4,00 min	4,00 min	4,00 min
Spannweite	24,00 min	46,00 min	46,00 min	23,00 min
Abstand Whisker	14,00 min	12,00 min	13,00 min	14,00 min

Cluster C	Frühling	Sommer	Herbst	Winter
Maximum	45,00 min	20,00 min	29,00 min	13,00 min
Oberes Quartil	8,00 min	8,00 min	8,00 min	7,00 min
Mittelwert	7,21 min	6,78 min	6,85 min	6,52 min
Median	6,00 min	6,00 min	6,00 min	6,00 min
Unteres Quartil	5,00 min	5,00 min	5,00 min	5,00 min
Minimum	3,00 min	1,00 min	1,00 min	2,00 min
Interquartilsabstand	3,00 min	3,00 min	3,00 min	2,00 min
Spannweite	42,00 min	19,00 min	28,00 min	11,00 min
Abstand Whisker	8,00 min	11,00 min	11,00 min	8,00 min

Auffällig an den Boxplots der Jahreszeiten (vgl. Abb. 19-21) ist die in der Ausrückzeit um eine Minute tiefere Box beim Sommer für die Cluster A und B. Die übrigen Boxen sind zueinander ähnlich ausgeprägt.

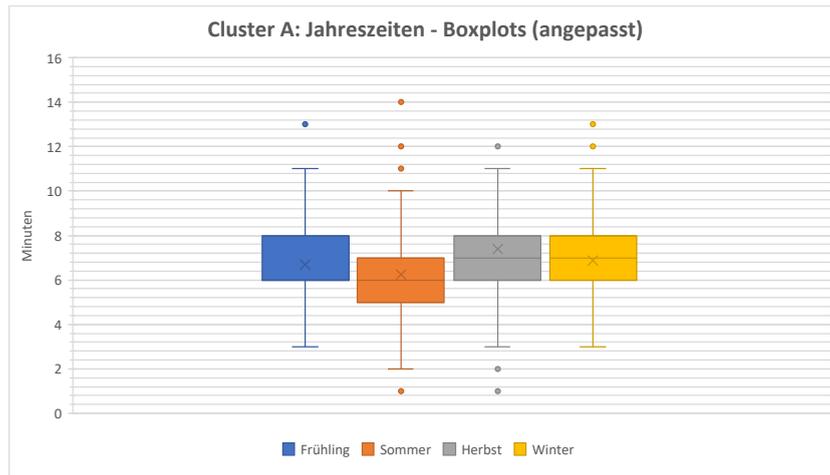


Abbildung 19: Angepasste Boxplots der Ausrückzeiten nach Jahreszeiten im Cluster A

Quelle: Eigene Darstellung

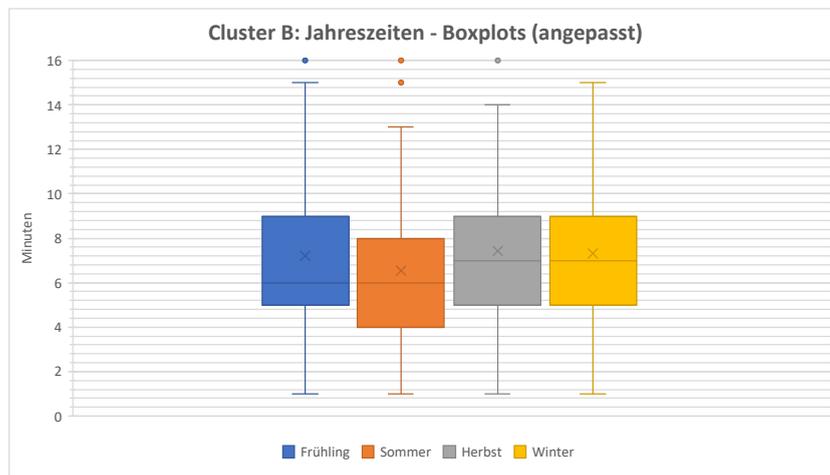


Abbildung 20: Angepasste Boxplots der Ausrückzeiten nach Jahreszeiten im Cluster B

Quelle: Eigene Darstellung

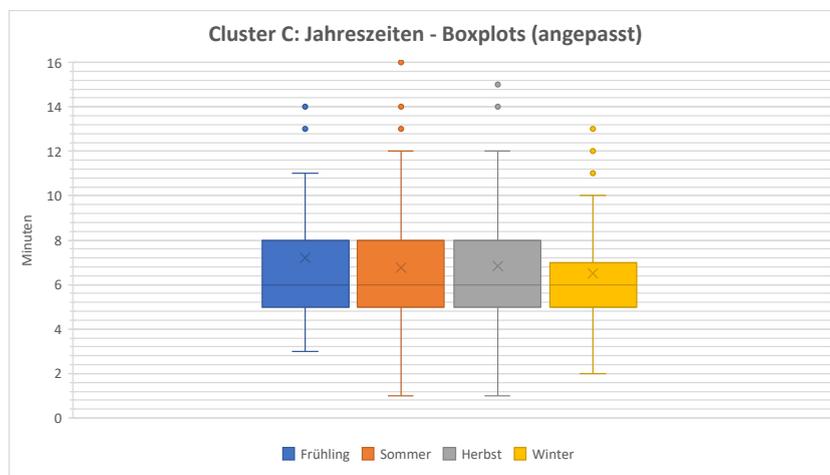


Abbildung 21: Angepasste Boxplots der Ausrückzeiten nach Jahreszeiten im Cluster C

Quelle: Eigene Darstellung

6 Diskussion

Um die Auswirkungen der möglichen Einflussfaktoren, der ID-Stichwörter, Zeitintervalle, Tageszeiten, Wochentage und Jahreszeiten, separat aufzuzeigen, werden diese im folgenden Kapitel getrennt ausgewertet und diskutiert. Diese Kategorien werden dabei jeweils auch unter den Clustern der Kommunengröße (Einwohnerzahl) verglichen, um möglicherweise einen Gesamtzusammenhang erkennen zu können. Hierzu wird auch auf weitere Diagramme aus dem Anhang Bezug genommen.

6.1 Gesamtmenge, Zeiten und Ausreißer

Die Gesamtmenge pro Cluster zeigt bei Betrachtung der **Säulendiagramme** (vgl. Abb. 4-6) für Cluster A und C ein ähnliches Bild, nah an einer Glockenkurve (vgl. Abb. 2). Das Diagramm des Clusters B weicht augenscheinlich, durch die hohe Säule bei Werten größer als 10 Minuten, davon ab. Beim Vergleich mit den erweiterten Säulendiagramme mit separat aufgetragenen Werten über 10 Minuten (vgl. Anh. 1) zeigt sich jedoch, dass in dieser Darstellung auch die Verteilung des Clusters B näher an einer Glockenkurve ist, jedoch im Vergleich zu den anderen Clustern im Bereich der Ausreißer weiterhin deutlich auffällt. Auf diese wird im Folgenden noch näher eingegangen. Die anfängliche Auffälligkeit des Clusters B ist somit ein Resultat der komprimierten Darstellungsweise und der Streuung in der Datengrundlage.

Bezüglich der **Lagemaße** aller Verteilungen fällt im Vergleich des arithmetischen Mittels mit Modus und Median auf, dass Ausreißer, die das arithmetischen Mittel stärker beeinflussen, dieses weiter zur 7. Minute drängen. Die durchschnittliche Ausrückzeit liegt bei 6-7 Minuten (vgl. Kap. 5.1).

Beim Stichwort **Ausreißer** sieht man in allen drei Säulendiagrammen (vgl. Anh. 1), dass mehrere Einzelwerte weiter Abseits der Verteilung vorhanden sind. Die Maximalwerte liegen bei 56 Minuten, 47 Minuten und 45 Minuten je Cluster A, B und C. Solche hohen Ausrückzeiten sind aber gewiss nicht die Regel. In allen Clustern kann man sehen, dass ab etwa 15 Minuten nur noch vereinzelt Einsätze eine höhere Ausrückzeit aufweisen. Dies kann nach eigener Erfahrung als ehrenamtliche Einsatzkraft zustande kommen, wenn seitens der Feuerwehr die Statusmeldung des Status 3 beim Ausrücken vergessen wird. Wird dieser später nachgeholt oder direkt mit dem nächsten Status übersprungen, kann es bei den Zeitstempeln in der Leitstelle zu hohen resultierenden Ausrückzeiten kommen, obwohl das Ausrücken womöglich auch gut funktioniert haben kann. Weitere Erklärungen, die aus eigener Erfahrung resultieren,

wären das Warten auf weitere Einsatzkräfte, damit das Fahrzeug mit geeigneter Stärke ausrückt, die Ausrückzeit tatsächlich richtigerweise länger dauerte oder aber die Alarmierung der Feuerwehr nur in Bereitstellung für einen laufenden Einsatz erfolgt ist. Hierbei begeben sich die Einsatzkräfte bereits zum Feuerwehrhaus, warten dort jedoch auf die weitere Anweisung seitens der Leitstelle. In der Folge kann das tatsächliche Ausrücken auch einen langen Zeitversatz zur ursprünglichen Alarmierung haben. All diese Situationen stellen in dieser Auswertung Ausnahmen dar, die sich nicht von standardmäßig abgelaufenen Einsätzen differenzieren lassen und dadurch Ausreißer darstellen können.

Die Auswertungen der Cluster A und B (vgl. Abb. 4 und 5) zeigen außerdem einen erhöhten Wert der Minute 1 im Vergleich zur Minute 2, was von einer normalen Glockenkurve (vgl. Abb. 2) abweicht. Allgemein kommen so kurze Ausrückzeiten nur durch besondere Umstände zustande. Wenn es sich bei den Einsätzen um Folgeeinsätze handelt, beispielsweise bei Unwetterlagen, bei der die Feuerwehr bereits unterwegs ist, dann ein neuer Einsatz übermittelt wird und die Feuerwehr diesen direkt anfahren kann, besteht die „Ausrückzeit“ hier nur aus der Zeit, die es gedauert hat, bis die Feuerwehr den Einsatz per Statusmeldung Status 3 quittiert. Eine andere Möglichkeit für kurze Ausrückzeiten wären Einsätze während Ausbildungsdiensten der Freiwilligen Feuerwehren. Die Einsatzkräfte sind dann meist bereits am Feuerwehrhaus, nach eigener Erfahrung oft auch fertig ausgerüstet oder mit den Einsatzfahrzeugen zu Übungen unterwegs, sodass auch hier der Status 3 sehr schnell abgesetzt werden kann. Ebenso können für Lehrgänge, Versammlungen der Feuerwehr sowie zu Brandschutzerziehungen oder anderen Veranstaltungen Einsatzkräfte bereits am Feuerwehrhaus sein. Ein weiteres Szenario kann auch die Zuweisung von Fahrzeugen zu Einsätzen durch die Leitstelle darstellen. So kann es vorkommen, dass Fahrzeuge erst durch Anfrage bei der Leitstelle durch die jeweilige Feuerwehr einem Einsatz zugeordnet werden. Das Resultat ist dasselbe wie beim Ausbildungsdienst, die Feuerwehr ist bereits abfahrbereit am Feuerwehrhaus, wenn die Leitstelle den Einsatz übermittelt und kann direkt ausrücken. Diese besonderen Fälle von Einsätzen lassen sich aus den Daten allerdings nicht eindeutig von anderen Einsätzen unterscheiden, sodass eine Berücksichtigung in dieser Auswertung nicht möglich ist.

Beim Vergleich der Boxplots aller Kategorien untereinander fällt auf, dass die Boxplots des Clusters B generell höhere **Streuungen** aufweisen. Dies lässt sich anhand der größeren Spannweiten der Whisker sehen (vgl. Abb. in Kap. 5.2-5.6). Auch die Standardabweichungen und Interquartilsabstände sind jeweils bei Cluster B tendenziell größer, was sich aus den Vergleichsdiagrammen aus dem Anhang entnehmen lässt (vgl. Anh. 7-11). Diese Beobachtung lässt sich zurückführen auf die größere Zahl der Ausreißer im oberen Bereich der Gesamtverteilung des Clusters B, was in Abbildung 5 zu sehen ist. Die Mehrzahl größerer Werte beeinflusst damit die Streuung nach oben. Ursächlich ist hier überwiegend die betrachtete Kommune mit der Nummer 14 in der Datengrundlage von Cluster B (vgl.

beiliegende Tabellenkalkulation), die aufgrund einer Lage des Feuerwehrhauses außerhalb des Ortskerns und den Wohngebieten öfter längere Ausrückzeiten aufweist als die übrigen Kommunen im Cluster B.

In den folgenden Diskussionen werden nur noch die jeweiligen Kategorien betrachtet. Alle Kategorien enthalten aus der Gesamtmenge ebenfalls die bereits genannten Tiefwerte bzw. Ausreißer. Um Dopplungen zu vermeiden, wird im Folgenden nicht erneut auf die großen Ausreißer eingegangen.

6.2 ID-Stichwörter

Für die ID-Stichwörter ergibt sich wie bereits angeschnitten ein vielfältigeres und uneinheitliches Bild, während das für die nachfolgenden Boxplots nicht der Fall ist. Dies ist unter anderem ein Resultat von mehr Merkmalsausprägungen als in den anderen Kategorien.

Die **Brandeinsätze** ergeben über alle Cluster hinweg ein unterschiedliches Bild (vgl. Kap. 5.2). Im Cluster A ist die Streuung der kleinen Brandeinsätze auffallend gering, dafür im Cluster B wieder sehr groß. Dies könnte sich auf die geringere Zahl der Einsätze zurückführen lassen. Die Kommunen des Clusters A weisen zusammen eine auswertbare Menge von 52 Einsätzen des Stichwortes „Kleiner Brand“ auf, was fast ein Drittel der Mengen im Cluster B (141 Einsätze) und C (142 Einsätze) darstellt (vgl. Anh. 12). Jedoch liegen für die kleinen Bränden die Mediane konsequent bei 6 bis 6,5 Minuten. Ein nennenswerter Unterschied zu den großen Bränden ist dabei nicht zu erkennen. Die Streuung der großen Brände ist im Cluster A deutlich größer, als die der kleinen Brände im Cluster A was dafür sprechen könnte, dass bei größeren Bränden in kleineren Kommunen mit kleineren Feuerwehren eher darauf gewartet wird, dass das Einsatzfahrzeug voll besetzt wird, damit die Schlagkraft im Einsatz vollständig gegeben ist.

Die Auswertungen der Einsätze der **Brandmeldeanlagen** (BMA) bzw. der ausgelösten Rauchwarnmelder weisen einen Median von 6 bzw. 7 Minuten auf (vgl. Tab. 2). In Cluster A ist das untere Quartil jedoch tiefer als die der Brandeinsätze und die Streuung, sowohl der Abstand der Whisker als auch die Spannweite mit allen Ausreißern insgesamt, ist in diesem Cluster deutlich geringer. Dieser Einsatz kann in Kommunen der Cluster A seltener vorkommen, da diese Kommunen aufgrund weniger Objekte insgesamt im Ort vermutlich auch weniger Objekte mit aufgeschalteten Brandmeldeanlagen haben könnten. Bei diesen Anlagen erfolgt eine Alarmauslösung direkt in der Leitstelle, die daraufhin die Feuerwehren alarmiert. Die Zahl der Auslösungen von privaten Rauchwarnmeldern ist ebenso an die Einwohnerzahl gekoppelt. Diese Tendenz zu einer schnelleren Ausrückzeit gegenüber der Cluster B und C könnte somit auf eine mögliche geringere Häufigkeit des Einsatzes

zurückgeführt werden. Die Menge der auswertbaren Einsätze dieses Stichwortes in der Datengrundlage für Cluster A ist mit 81 zwar tatsächlich kleiner als die Menge in Cluster B mit 86, die prozentualen Anteile an der Gesamtmenge sind in diesem Fall jedoch im Cluster A mit 19 % größer als in Cluster B mit 11 % (vgl. Anh. 12). Die Einsatzkräfte in kleineren Kommunen mit weniger Einsätzen zu BMA oder Rauchwarnmeldern könnten eher ein tatsächliches Brandereignis erwarten und reagieren somit unter Umständen schneller. Dem gegenüber steht jedoch eine Statistik des Landesfeuerwehrverbandes Bayern, die zeigt, dass der Anteil von Falschalarmen bei BMA-Auslösungen sehr hoch ist [30, S. 4]. Dies könnte ebenso als Ursache für die längere Ausrückzeit bei Kommunen des Clusters B und C stehen, da die Einsätze zu BMA und Rauchwarnmeldern hier aufgrund der Zahl der Objekte häufiger vorkommt und die Fahrt zu Falschalarmen linear mit der Anzahl dieser Einsätze steigt. Werden häufiger Falschalarme angefahren, kann dies zu Frust bei den freiwilligen Einsatzkräften führen. Die Folge könnte eine geringere Teilnahme an solchen Einsätzen sein, woraus wiederum längere Ausrückzeiten resultieren können.

Die Einsätze der **Technischen Hilfeleistung** (TH) fallen im Vergleich zu den anderen Stichwörtern nicht besonders auf (vgl. Kap. 5.2). Im Vergleich dieser Einsätze untereinander also zwischen „Allg. TH“ und „TH Person“ ist zumindest über den Median eine Tendenz zur schnelleren Ausrückzeit bei Einsätzen mit gemeldeten Personenschäden zu erkennen. Die Mediane liegen in Cluster B und C bei 6 Minuten für Einsätze des Stichwortes „TH Person“ (vgl. Tab. 2). Die Einsätze des Stichwortes „Allg. TH“ liegen in diesen beiden Clustern mit 7 Minuten je eine Minute höher. Dieselben Mediane im Cluster A sind in beiden Fällen bei 6 Minuten verortet, wobei der Mittelwert überraschenderweise in diesem Fall eine schnellere Tendenz zum Stichwort „Allg. TH“ aufzeigt. Im 80%-Perzentil hingegen liegen, die Werte wieder auf der gleichen Höhe (vgl. Anh. 7). Da die Anteile der Cluster B und C an der Gesamtheit der Einsätze der Technischen Hilfeleistung überwiegen (vgl. Anh. 12) und die Tendenz im Cluster A zur langsameren Ausrückzeit bei „TH Person“ nicht stark ausgeprägt ist, könnte eine leichte Tendenz zum schnelleren Ausrücken bei TH-Einsätzen mit Personenschäden in diesem Fall als gesamtgesellschaftlich angenommen werden.

Im Bereich der **Unwettereinsätze** ist die deutlich tiefere Box im Cluster B (vgl. Abb. 8) klar zu erkennen. Die Unwettereinsätze haben in dem Cluster B im direkten Vergleich mit den anderen Stichwörtern den geringsten Median mit 5 Minuten (vgl. Tab. 2). Warum der Median und die Box im Cluster B gegenüber den anderen beiden Clustern jedoch tiefer liegt, ist unklar. Dass Unwettereinsätze schnellere Ausrückzeiten haben können, ist allerdings nachzuvollziehen. Bei Unwetterlagen kommt es nach eigener Erfahrung vor, dass die Einsatzkräfte der Freiwilligen Feuerwehr bereits auf Weisung der Leitstelle oder durch die Leitung der Feuerwehr in Bereitschaft zum Feuerwehrhaus fahren und somit direkt bereit sind, sobald etwas gemeldet wird. Dies passiert in der Voraussicht, dass es wahrscheinlicher

zu Einsätzen während dieser Unwetterlage kommen kann. Außerdem kommt ein Unwettereinsatz meist nicht allein, sodass auch Folgeeinsätze resultieren können und die Freiwillige Feuerwehr direkt von der vorigen Einsatzstelle, die nächste anfährt. Die „Ausrückzeit“, also hier die Zeit bis zum Abrücken von der vorigen Einsatzstelle, ist in solchen Fällen ebenfalls sehr gering. Die Box der Unwettereinsätze im Cluster A zeigt diesen Trend aufgrund des niedrigeren unteren Quartils auch noch leicht (vgl. Abb. 7). Im Cluster C ist dies im Vergleich zu den anderen Einsätzen nicht auffällig (vgl. Abb. 9).

Bei den Einsätzen der **Ölbeseitigung** sind im Cluster A und B die höchsten oberen Grenzen (obere Quartile) aller Boxen im selben Cluster mit 9 Minuten im Cluster A und 10 Minuten im Cluster B. Das bedeutet, dass 9 bzw. 10 Minuten Ausrückzeit erforderlich sind, um 75 % aller angefahrenen Einsätze zur Ölbeseitigung im Cluster A bzw. B abzudecken. Im Cluster C ist der Boxplot der Ölbeseitigung hingegen von allen Boxplots in diesem Cluster am kleinsten. Für den Cluster A und B könnten die größeren Ausrückzeiten, die durch die Box markiert werden, ihren Grund darin haben, dass Einsätze zur Ölbeseitigung in vielen Fällen nicht zeitkritisch sind. Ausgehend von einem überschaubaren Risiko, werden diese Einsätze mit weniger zeitlichem Druck der Einsatzkräfte angefahren. Eine entsprechende Einstufung (Fahrt ohne Sonder- und Wegerechte) durch die Leitstelle ist hierbei möglich. Andererseits ist unter Umständen kein Warten auf weitere Einsatzkräfte nötig. Sobald die Ersteintreffenden auf dem ersten Fahrzeug sitzen, muss nicht auf eine vollständige Besatzung gewartet werden, um entsprechend leistungsfähig diesen Einsatz abarbeiten zu können. Dies könnte vor allem eine Erklärung für die moderate Position des Boxplots im Cluster C sein. Größere Kommunen, haben in der Regel größere Mitgliederzahlen, sodass eine größere Gesamtmenge Einsatzkräfte zur Verfügung stehen kann, um eine ausreichende Stärke für eine Ölbeseitigung zu erreichen. Ein weiterer Aspekt für die geringere Streuung der Ausrückzeiten im Cluster C ist außerdem die geringere Zahl von auswertbaren Einsätzen für dieses Stichwort (vgl. Anh. 12). Auffällig ist bei Betrachtung der Häufigkeiten dieses Stichwortes außerdem, dass die Anteile dieses Stichwortes an der Gesamtmenge von Cluster A bis C jeweils abnehmen, während die absolute Menge von Cluster A zu B erst ansteigt und dann in Cluster C am niedrigsten ist.

Die **Gefahrguteinsätze** zeigen über alle Cluster hinweg kein eindeutiges Bild. Im Cluster A und C ist die Streuung kleiner als in Cluster B (vgl. Abb. 7-9). Auch die Lagemaße geben kein Aufschluss über mögliche Zusammenhänge. Die Mediane liegen jeweils bei 6, 7 und 7,5 Minuten (vgl. Tab. 2). Im Cluster A wird zu Gefahrguteinsätzen im Schnitt schneller ausgerückt als zu Brandeinsätzen. Im Cluster B und C dauert das Ausrücken zu diesen durchschnittlich länger als bei Brandeinsätzen. Weshalb das Ausrücken zu Gefahrguteinsätzen im Cluster B und C länger dauert als im Cluster A ist unklar. Zu diesen Einsatzarten sind jedoch zwei wesentliche Hindernisse zu erwähnen, die die Auswertung an dieser Stelle erschweren. Gefahrguteinsätze sind für kleinere Feuerwehren eine Seltenheit. Dies ist gut zu sehen an der Zahl der

auswertbaren Ausrückzeiten für dieses Stichwort. Für den Cluster A liegen nur vier passende Datensätze über die fünf ausgewählten Kommunen hinweg vor (vgl. beiliegende Tabellenkalkulation). Im Cluster B liegt die Gesamtmenge der Datensätze für die Gefahrguteinsätze hingegen bereits bei 12 Ausrückzeiten, während der Cluster C 45 Ausrückzeiten zu diesem Stichwort vorweist. Als weiteres Hindernis steht jedoch die Erfassung des relevanten Fahrzeugtyps. Hierfür wurden, wie im Kapitel 4.3 erklärt, Löschfahrzeuge mit mindestens einer Staffelnkabine ausgewählt. Zu Gefahrguteinsätzen ist oft besonderes Material erforderlich, das nicht nach den jeweiligen Ausführungen der DIN 14530 auf Löschfahrzeugen zu finden ist. Eingesetzt werden hierfür bei größeren Gefahrgutlagen Gerätewagen-Gefahrgut nach DIN 14555-12, die nach Norm eine Besatzung von wahlweise 2 oder 3 Einsatzkräften haben sollen [31]. Da diese aber ausschließlich Sonderfahrzeuge darstellen und in einer Feuerwehr kleiner Kommunen in der Regel nicht vorgehalten werden, bezieht sich diese Auswertung auch bei den Gefahrguteinsätzen auf die genannten Löschfahrzeuge. Die Löschfahrzeuge werden bei solchen Einsätzen, vor allem wenn ersteintreffend, zur ersten Erkundung, Menschenrettung und zur Absperrung sowie im weiteren Verlauf zur Abdeckung des Brandschutzes vor Ort eingesetzt. In Kommunen mit entsprechender Fahrzeugvorhaltung für Gefahrguteinsätze, könnten Löschfahrzeuge zu diesen Einsätzen nicht zwangsläufig die erstausrückenden Fahrzeuge sein. Es ist daher aufgrund der unterschiedlichen Ausrüstungen und Fahrzeugtypen möglich, dass die Ausrückzeiten in dieser Auswertung nicht die kürzesten Zeiten für die Gefahrguteinsätze darstellen könnten.

6.3 Zeitintervalle

Anhand der Boxplots für die Zeitintervalle lässt sich ein eindeutiges Ergebnis festhalten. Die Mediane liegen in allen Clustern bei dem Merkmal Freizeit niedriger als bei der Arbeitszeit (vgl. Abb. 10-12). Die Ansicht der vollständigen Boxplots weist in diesem Fall auch eine ausgeglichene Verteilung der Ausreißer auf beide Merkmale auf (vgl. Anh. 3). Gestützt wird dieses Ergebnis auch durch die Vergleichsdiagramme im Anhang 8. Neben den Lagemaßen Modus und Median, die den Unterschied in allen Clustern zeigen, ist das Streuungsmaß des Interquartilsabstandes auch zwischen den Merkmalsausprägungen untereinander ähnlich, sodass kein Merkmal gegenüber dem anderen eine prägnantere Streuung aufweist. Die Standardabweichung hingegen ist im Cluster A um einen Faktor von fast 2,5 größer beim Merkmal der Freizeit. Die Unterschiede in den Standardabweichungen der übrigen Cluster sind gering und damit nicht auffällig. Eine plausible Erklärung für die große Abweichung im Cluster A kann jedoch nicht gegeben werden. Das 80 %-Perzentil zeigt einen Unterschied von einer Minute in zwei Clustern (B: 10 und 9 Minuten, C: 8 und 7 Minuten) an (vgl. Anh. 8). Im Cluster A sind diese Perzentile identisch bei 8 Minuten.

Die Auswertung ergibt für die Ausrückzeit während der Freizeit, also in der Zeit, in der die Einsatzkräfte üblicherweise nicht arbeiten (Montag bis Freitag 18:00 - 05:59 Uhr, Samstag Sonntag und gesetzliche Feiertage), eine durchschnittliche Ausrückzeit von 6 Minuten in allen Kommunalgrößen und ist damit im Schnitt eine Minute kürzer als die Ausrückzeit während der Arbeitszeiten (Montag bis Freitag 06:00 Uhr - 17:59 Uhr), die bei rund 7 Minuten liegt. Dieses Ergebnis überrascht nicht, da nach eigener Erfahrung tagsüber während der Arbeitszeit, aufgrund von möglichen Arbeitsorten außerhalb der Kommunen, weniger Einsatzkräfte zur Verfügung stehen könnten. Dieser Effekt ist zudem in kleineren Kommunen entscheidender, da die Auspendlerquote in kleinen Kommunen relativ betrachtet überwiegend größer ist als in größeren Kommunen [32]. Des Weiteren besteht die Möglichkeit, dass einige Einsatzkräfte aufgrund der Art ihrer Tätigkeit die eigene Arbeitsstelle nicht zu Einsätzen verlassen bzw. nicht freigestellt werden können. Hierzu könnten beispielsweise Tätigkeiten in der Alten-, Kinder- oder Krankenbetreuung oder auch im Fertigungsbereich an zu beaufsichtigten Maschinen zählen.

6.4 Tageszeiten

Bei Betrachtung der Boxplots und Werte der Tageszeiten in den Ergebnissen lässt sich sowohl anhand der Boxen (vgl. Abb. 13-15), also der mittleren 50 % aller Werte, als auch an den Medianen der Merkmalsausprägung aller Cluster (vgl. Tab. 4) feststellen, dass die Ausrückzeiten am Nachmittag und Abend kürzer sind als am Vormittag bzw. in der Nacht. Der Unterschied liegt hier beim Median bei einer Minute. Für die Zeitbereiche Vormittag und Nacht beträgt der Median jeweils 7 Minuten in allen Clustern. Für die Zeitbereiche Nachmittag und Abend liegt dieser nur bei 6 Minuten in allen Clustern.

Eine Erklärung für die längere Ausrückzeit könnte eine längere Anfahrt der Einsatzkräfte sein. Werden die Einsatzkräfte durch den Alarm erst geweckt, kann die Zeit zur Vorbereitung zuhause länger sein als tagsüber. Hier kommen Faktoren wie das Aufstehen, Anziehen und ggf. ein Gang zur Toilette hinzu, die tagsüber üblicherweise nicht in der Zeitkette vorhanden sind. So kann sich das Ausrücken, um die festgestellte eine Minute in der Nacht verlängern. Gleiches kann vormittags vor der Arbeit gelten, sofern diese erst nach 6 Uhr beginnt, oder auch wenn am Wochenende länger geschlafen wird. Ein Zeichen dafür, dass der Effekt vormittags nicht so groß ist, gibt die entsprechende Box aus Cluster A (vgl. Abb. 13). Hier ist der gleiche Wertebereich abgedeckt, wie für den Nachmittag im selben Cluster. Lediglich die Whisker reichen nicht so weit nach unten und der Median ist größer. Das bedeutet es liegen für das Merkmal „Vormittag“ weniger Werte mit kürzeren Ausrückzeiten vor als für das Merkmal „Nachmittag“ in diesem Cluster.

6.5 Wochentage

Wie bereits angeschnitten, ergibt die Auswertung der Ausrückzeiten hinsichtlich der Verteilung auf die einzelnen Wochentage ein unterschiedliches Ergebnis für die jeweiligen Cluster (vgl. Abb. 16-18). Eine allgemeine Erwartungshaltung, dass die Ausrückzeit am Wochenende kürzer sein könnte, bestätigt sich aus diesen Ergebnissen nicht. Keines der Lagemaße für die Wochenenden gibt im Vergleich zu den anderen Wochentagen im jeweiligen Cluster bedeutend kleinere Werte an (vgl. Tab. 5). Auch die Streuung durch Boxen oder Whisker zeigen keine ausgeprägte Tendenz für diese Annahme (vgl. Abb. 16-18). Eine Aussage dazu, welcher Wochentag die kürzesten Ausrückzeiten liefert, lässt sich somit nicht tätigen.

6.6 Jahreszeiten

Wenn man die Boxplots für die Jahreszeiten betrachtet (vgl. Abb. 19-21) fallen in den Clustern A und B die Boxen, die die Ausrückzeiten im Sommer darstellen, auf. Die mittleren 50 % der Werte, die mit der Box dargestellt werden, reichen in niedrigere Ausrückzeiten hinein, als das für die übrigen Jahreszeiten in den jeweiligen Clustern der Fall ist. Auch die arithmetischen Mittel für den Sommer sind kleiner als für Frühling, Herbst und Winter in Cluster A und B.

Die kürzeren Ausrückzeiten im Sommer können aus den Wetterverhältnissen resultieren. Im Frühling, Herbst und Winter sind die Straßen eher nass, gefroren oder mit Schnee bedeckt, sodass allgemein vorsichtiger gefahren werden muss und eine spürbare Verzögerung bei der Anfahrt der Einsatzkräfte zum Feuerwehrhaus eintreten kann.

Die übrigen Jahreszeiten sind bezüglich ihrer Streuung gleichermaßen verteilt. Lediglich der Winter zeigt im Cluster C eine kleinere Streuung der Ausrückzeiten (vgl. Abb. 21). Die Mediane der Jahreszeiten Herbst und Winter liegen identisch bei 7 Minuten (Cluster A und B) bzw. 6 Minuten (Cluster C). Die Mediane des Frühlings weichen von denen des Herbstes und des Winters nur in Cluster A und B mit 6 Minuten ab. Im Cluster C liegt dieser gleichauf mit Herbst und Winter. Eine weitere Tendenz in den übrigen Jahreszeiten lässt sich damit nicht abschließend herausstellen. Ein Blick auf die 80%-Perzentile zeigt jedoch, dass auch die Tendenz zum Sommer bei einer Betrachtung der zuverlässigeren Ausrückzeiten kleiner wird. Die 80%-Perzentile für Frühling und Sommer des Clusters B liegen zwar jeweils eine Minute unter denen für Herbst und Winter, in den anderen Clustern sind die 80%-Perzentile allerdings für alle Jahreszeiten gleich groß (vgl. Anh. 11).

6.7 Vergleich mit gesetzlichen Grundlagen

Im Vergleich mit den Grundlagen aus Kapitel 3.2 werden die als gewöhnlich für die Ausrückzeit angenommenen 5 Minuten in dieser Auswertung bereits mit den durchschnittlichen Ausrückzeiten aller einzelner Cluster von 6-7 Minuten (vgl. Kap. 5.1) verfehlt. Ein Faktor, der hier Beachtung finden muss, ist die Verwendung des Status-Systems. Nicht immer erfolgt der Status 3, also die Meldung zum Ausrücken des Fahrzeugs zur Leitstelle, in der Praxis auch genau in dem Moment, wenn das Fahrzeug die Torausfahrt passiert und dann auf dem Weg zum Einsatzort ist. Der Status 3 könnte bereits gedrückt werden, wenn die Führungskraft der Taktischen Einheit (vgl. Kap. 3.1), auf dem Fahrzeug sitzt, aber noch weitere Einsatzkräfte auf dem Fahrzeug fehlen. Die Führungskraft könnte die Meldung des Status 3 bei Abfahrt aber auch vergessen und diese erst während der Anfahrt drücken. Es kann somit vorkommen, dass der Status 3 sowohl zu früh also auch zu spät gesetzt und so das statistische Bild, welches in diesem Fall nur auf die bei der Leitstelle eingegangenen Zeitstempel zurückgreifen kann, verfälscht wird.

Über den Vergleich der gewöhnlich angenommenen Ausrückzeit hinaus ist eine mögliche Erfüllung der gesetzlichen Vorgaben bzw. der Empfehlungen der Länder, die in Kapitel 3.2 zusammengetragen wurden, mit den Ergebnissen für die Ausrückzeiten zu beurteilen. Mit den bereits genannten Mittelwerten von 6-7 Minuten (vgl. Kap. 5.1) scheint eine Erfüllung dieser Vorgaben von 8-12 Minuten in der Eintreffzeit bzw. Hilfsfrist als erfüllbar in vielen Fällen. Bei dem Vergleich des Mittelwertes von 7 Minuten Ausrückzeit zu 8 Minuten Eintreffzeit droht allerdings auch eine Verfehlung der Vorgabe, sobald die Fahrzeit über eine Minute dauert. Eine Betrachtung weg von den Mittelwerten hin zu den 80 %-Perzentilen, die für die Merkmale aufgeschlüsselt in den Vergleichsdiagrammen im Anhang (vgl. Anh. 7-11) enthalten sind, wird deutlich, dass eine realistischere Ausrückzeit in dieser Auswertung bis zu etwa 10 Minuten dauern kann. Zwar enthalten diese 80 %-Perzentile jeweils mehr der Ausreißer aller Cluster, für die zu erfüllenden Eintreffzeiten wären die Zeiten allerdings zu lang. Alle Vorgaben der Länder, außer für Sachsen-Anhalt, unter der Voraussetzung, dass der Einsatz dort dann in 2 Minuten Fahrzeit erreicht werden könnte, wären damit verfehlt (vgl. Tab. 1). Die 80 %-Perzentile der Gesamtmenge der jeweiligen Cluster betragen 8 Minuten für Cluster A und C sowie 9 Minuten für Cluster B (vgl. Kap. 5.1). Der Mittelwert dieser drei 80 %-Perzentile beträgt damit 8,33 Minuten. Mit einer daraus angenommenen Ausrückzeit von 8 Minuten unter derselben Annahme von 2 Minuten Fahrzeit zur Bereichsabdeckung könnten zwar mehr Ländervorgaben erfüllt werden, andere jedoch weiterhin nicht (vgl. Tab. 1).

6.8 Grenzen der Auswertung

Den Ergebnissen dieser Auswertung gegenüber steht die Tatsache, dass diese nur einen kleinen Ausschnitt des Gesamtsystems der Zeitanalyse bei Freiwilligen Feuerwehren behandelt. Das Themenfeld dieser Analysen bei Feuerwehren ist durch verschiedene Ausprägungen ein sehr großes. Die Auswertung ist durch die Merkmale, die die verwendeten Einsatzdaten mitbringen, begrenzt. Die Auswertung könnte mit weiteren Kategorien durch zusätzliche oder anders aufbereitete Daten, mit veränderten Clustern oder mit einer größeren Gesamtmenge durchgeführt werden, um möglicherweise ein noch besseres bzw. umfassenderes Ergebnis erhalten zu können. Mit Angaben zu Personalstärken auf den ausgerückten Fahrzeugen hätte auch eine Betrachtung des durchschnittlich notwendigen Personals zum Ausrücken stattfinden können.

7 Schlussfolgerung

Dass eine durchschnittliche Ausrückzeit bei Freiwilligen Feuerwehren von 5 Minuten angenommen werden kann, unterstreicht diese Auswertung nicht. Die Ergebnisse dieser Auswertung zeigen Werte hinsichtlich der durchschnittlichen Ausrückzeit von 6-7 Minuten (vgl. Kap. 5.1). Eine von den Ländern veranschlagte Eintreffzeit von 10-12 Minuten (vgl. Kap. 3.2) lässt sich damit leichter erfüllen als eine vorgegebene Eintreffzeit von nur 8 Minuten (vgl. Kap. 3.2). Abhängig ist die Fahrzeit nach Ausrücken jedoch von der Kommunalgröße und dem abzudeckenden Gebiet sowie dem Verkehrsaufkommen.

Beeinflusst sind die Ausrückzeiten bei Freiwilligen Feuerwehr aber auch durch Ausreißer sowohl nach oben als auch nach unten. Während dieser Auswertung wurden Ursachen wie Fehler bei der Stuserfassung, zufällige Überschneidungen des Alarms während Veranstaltungen am Feuerwehrhaus, Bereitstellung für erwartete Lagen oder auch Folgeeinsätze erläutert, die für Ausreißer verantwortlich sein können. Diese Ausreißer sorgen in der Gesamtmenge der Ausrückzeiten auch für eine größere Streuung.

Tatsächliche Einflussfaktoren konnten über alle Cluster hinweg in den Kategorien Zeitintervalle und Tageszeiten und Jahreszeiten identifiziert werden. Eine wesentliche Schlussfolgerung dieser Auswertung ist damit zunächst eine kürzere Ausrückzeit in dem Merkmal der definierten Freizeit, also in den Intervallen Montag bis Freitag jeweils von 18:00 Uhr bis 05:59 Uhr sowie an Samstagen, Sonntagen und gesetzlichen Feiertagen. Die Ausrückzeit während der üblichen Arbeitszeiten von Montag bis Freitag tagsüber hat dem gegenüber längere Ausrückzeiten um etwa eine Minute gezeigt. In der Betrachtung der allgemeinen Tageszeiten unabhängig des Wochentages ließen sich allerdings kürzere Ausrückzeiten für die Bereiche „Nachmittag“ und „Abend“ feststellen. Die Ausrückzeiten am „Vormittag“ und in der „Nacht“ waren hier eine Minute länger. Die Analyse der Ausrückzeiten für die einzelnen Wochentage haben entgegen der persönlichen Erwartung keine klaren Ergebnisse für kürzere Ausrückzeiten am Wochenende geliefert. So lässt sich allgemein kein expliziter Wochentag benennen, der kürzere Ausrückzeiten aufweist. Kürzere Ausrückzeiten für eine einzige Merkmalsausprägung sind dafür bei der Untersuchung der Jahreszeiten festzuhalten. Das Ausrücken im Sommer läuft schneller als in den übrigen Jahreszeiten Frühling, Herbst und Winter. Bei der Analyse der Ausrückzeiten nach ID-Stichwörtern stechen die Zeiten der Unwettereinsätze leicht hervor. Darüber hinaus konnte aufgezeigt werden, dass zu Einsätzen der Technischen Hilfeleistung mit gemeldeter Personenbeteiligung (ID-Stichwort: „TH Person“) etwa eine Minute schneller ausgerückt wird als zu Einsätzen ohne Personenschäden. Die Auswertung der übrigen ID-Stichwörter lässt aufgrund von verschiedenen Ausprägungen je Cluster bei den Einsatzarten kein abschließendes Urteil zu. Wie bereits im Verlauf der Arbeit anhand der angeführten Erläuterungen und Beispielen deutlich wurde, ist allerdings hinter den untersuchten Einflussfaktoren immer die für den jeweiligen Einsatz notwendige Personalstärke ausschlaggebend für das Ausrücken. Die Einflussfaktoren wirken sich also nicht direkt auf die Ausrückzeit, sondern zuerst auf das Eintreffen der ehrenamtlichen Einsatzkräfte am Feuerwehrhaus aus.

Die Schlussfolgerungen für die Ausrückzeiten stehen in dieser Auswertung ohne Betrachtung von tatsächlich zeitkritischen Einsätzen, die auch entsprechend der Ländervorgaben ausschlaggebend zu erfüllen sind. Somit zeigt diese Auswertung nicht auf, dass die ausgewerteten Kommunen, die Vorgaben nicht erfüllen konnten, sondern hebt hervor, dass eine niedrig zu haltende Ausrückzeit ein wichtiges Detail in den Planungen von Freiwilligen Feuerwehren darstellt. Das Zeitintervall, das durch die Länder vorgegeben wird, lässt wenig Raum für Streuungen in den Ausrückzeiten, sodass eine Nichterfüllung der Ländervorgaben mit längeren Ausrückzeiten verursacht werden kann (vgl. Kap. 6.7).

8 Ausblick

Diese Auswertung unterstreicht, dass die Ausrückzeit im Zusammenhang mit der Eintreffzeit in der jeweiligen Freiwilligen Feuerwehr einer Kommune unbedingt sorgfältig analysiert werden sollte, um die notwendigen Schlüsse zu ziehen. So könnte bei Tendenz zu höherer Ausrückzeit seitens der Leitung der Feuerwehr aktiv das Gespräch mit den Einsatzkräften gesucht werden, um gemeinsam zu erörtern, welche Probleme bestehen, die das Eintreffen der Einsatzkräfte am Feuerwehrhaus verzögern und damit die Ausrückzeit verlängern. Das Erkennen der Ursache dieser Probleme ist dabei der wichtigste Schritt, um diesen entgegenwirken zu können.

Da das Ausrücken direkt abhängig vom Personal ist, das zeitnah nach Alarm am Feuerwehrhaus eintrifft, werden nachfolgend Empfehlungen angeführt, die hier helfen können. So könnten Büromöglichkeiten im Feuerwehrhaus für Home-Office-Tätige oder ein größeres kameradschaftliches Freizeitangebot im Feuerwehrhaus die Zeiten vor Ort erhöhen. Auch Partnerschaften mit örtlichen Betrieben, um die Notwendigkeit der Freistellung für Feuerwehreinsätze zu unterstreichen, sind hier hilfreich. Bei Neubau von Feuerwehrhäusern sollten zudem nicht nur das Ausrückgebiet, sondern auch die Lage der Wohnorte der Einsatzkräfte sowie generell die Lage der allgemeinen Wohnbebauung bzw. Neubaugebiete berücksichtigt werden. Um eine kurze Ausrückzeit zu erreichen, sollten Feuerwehrhäuser in relativer Nähe zu den Wohnorten der Einsatzkräfte sein. Damit wird eine lange Fahrzeit durch den Ort beim Anfahren des Feuerwehrhauses verringert. Ein Feuerwehrhaus im Gewerbegebiet zu bauen kann ggf. längere Anfahrtszeiten der ehrenamtlichen Einsatzkräfte nach sich ziehen.

Weiterhin ist eine spezielle Betrachtung bei Berufsfeuerwehren oder auch Werkfeuerwehren denkbar, die durch die hauptamtlichen Einsatzkräfte zwar ein anderes System vorweisen und damit kürzere Ausrückzeit haben sollten, doch sofern valide Daten verfügbar sind, lässt sich auch hierzu eine ähnliche Auswertung vornehmen. Außerdem ist auch eine vergleichbare Auswertung für die übrigen Zeitansätze bspw. der Hilfsfrist oder der Eintreffzeit als Gesamtbetrachtung des Zeitsystems der Freiwilligen Feuerwehren möglich.

Über die betrachteten Faktoren hinaus beeinflussen auch weitere Parameter die Ausrückzeiten bei Freiwilligen Feuerwehren. Zu diesen Faktoren zählen laut Aussagen betroffener Feuerwehren beispielsweise das Verkehrsaufkommen in der jeweiligen Kommune oder die baulichen Gegebenheiten des Feuerwehrhauses, also die Länge der Laufwege zwischen Eingang ins Feuerwehrhaus, den Umkleidemöglichkeiten und den Fahrzeugen in der Fahrzeughalle. Auch die Lage des Feuerwehrhauses in Bezug zu den Wohn- bzw. Arbeitsorten der Einsatzkräfte sowie die Anzahl der Stellplätze für private PKW in unmittelbarer Nähe des Feuerwehrhauses und dadurch der Laufweg zwischen PKW und Feuerwehrhaus können Einfluss auf die Zeit bis zum Ausrücken haben. Diese lassen sich

jedoch nicht aus den Einsatzdaten der Leitstellen ableiten und sind aus diesem Grund in dieser Ausarbeitung nicht enthalten.

Die systematische Auswertung von Ausrückzeiten ist von einigen bereits genannten Problemen, wie z. B. die Klassierung der Daten auf die nächste volle Minute oder die Ungenauigkeit des Status 3, begleitet. Perspektivisch könnte für eine größere Genauigkeit der Statusmeldungen so genanntes „Geofencing“ mittels GPS eingesetzt werden. Hierbei könnte mit dem aktuellen Standort des Fahrzeuges erfasst werden, wann sich das Fahrzeug aus dem Bereich des Feuerwehrhauses entfernt hat. Dieser Moment würde als Zeitstempel für das Ausrücken gesetzt werden. Dies mit Anbindung an die Leitstellen flächendeckend umzusetzen sind derzeit jedoch noch Zukunftsvorstellungen. Für ein geeignetes Controlling sollten zunächst die Führungskräfte angewiesen werden, auf eine korrekte Statusmeldung zu achten. Zusätzlich können ggf. Erinnerungshinweise für die Führungskräfte sichtbar in den Fahrzeugen angebracht werden.

Wie diese Ausarbeitung bereits an einigen Stellen aufzeigt, ist die strategische Planung einer Freiwilligen Feuerwehr vielfältig und sollte gut durchdacht werden. Viele Verflechtungen verschiedenster Faktoren, die sich aufeinander auswirken, wollen hier möglichst umfassend zusammengebracht werden. Die Ausrückzeit der Freiwilligen Feuerwehren ist damit nur ein kleiner Teil der zeitabhängigen Leistungskriterien von Freiwilligen Feuerwehren. Die gesamte Hilfsfrist als ein Leistungskriterium ist jedoch neben weiteren Intervallen von der Ausrückzeit abhängig. Die Zeit ist und bleibt ein Kernthema bei den Feuerwehren.

Literaturverzeichnis

- [1] Deutscher Feuerwehrverband e. V. (DFV), „Erfassung statistischer Daten“. Zugegriffen: 24. Februar 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.feuerwehrverband.de/presse/statistik/>
- [2] LülF+ Sicherheitsberatung GmbH, „LülF+ - Die Berater der Gefahrenabwehr“. Zugegriffen: 24. Februar 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.luelF-plus.de/>
- [3] T. Lindemann, *Feuerwehrbedarfsplanung*, 1. Auflage. in *Feuerwehrbedarfsplanung und Personal*. Stuttgart: Verlag W. Kohlhammer, 2021.
- [4] Ausschuss Feuerwehrangelegenheiten, Katastrophenschutz und zivile Verteidigung (AFKzV), „Feuerwehr-Dienstvorschrift 3 - Einheiten im Lösch- und Hilfeleistungseinsatz“. Februar 2008.
- [5] Unterausschuss Führungs- und Einsatzmittel (UA FEM) des Arbeitskreises II „Innere Sicherheit“ der Arbeitsgemeinschaft der Innenministerien der Länder und Ausschuss für Informations- und Kommunikationswesen (AluK) des Arbeitskreises V „Feuerwehrangelegenheiten, Rettungswesen, Katastrophenschutz, Zivilverteidigung“ der Arbeitsgemeinschaft der Innenministerien der Länder, „Technische Richtlinie (TR) der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) - Funkmeldesystem“. Juni 1999.
- [6] Deutsches Institut für Normung e. V., „DIN 14011 - Feuerwehrwesen - Begriffe“. Beuth Verlag GmbH, Januar 2018.
- [7] Arbeitsgemeinschaft der Leiter der Berufsfeuerwehren in der Bundesrepublik Deutschland (AGBF-Bund), „Empfehlungen der Arbeitsgemeinschaft der Leiter der Berufsfeuerwehren für Qualitätskriterien für die Bedarfsplanung von Feuerwehren in Städten“. 19. November 2015.
- [8] Berufsgenossenschaft Verkehrswirtschaft Post-Logistik Telekommunikation (BG Verkehr), „Gefahrgut“. Zugegriffen: 20. April 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.bg-verkehr.de/arbeitsicherheit-gesundheit/themen/gefahrgut>
- [9] Ministerium des Innern und für Kommunales Brandenburg, „Antwort der Landesregierung auf die Kleine Anfrage Nr. 2465 des Abgeordneten Björn Lakenmacher der CDU-Fraktion - Drucksache 6/6194, Regionalleitstellen in Brandenburg“. 14. März 2017. Zugegriffen: 24. Februar 2024. [Online]. Verfügbar unter: <https://s3.kleine-anfragen.de/ka-prod/bb/6/6194.pdf>
- [10] Ministerium für Inneres und Kommunales, Städtetag NRW, Landkreistag NRW, und Städte- und Gemeindebund NRW, „Anlagen zur Brandschutzbedarfsplanung für kommunale Entscheidungsträger“. 7. Juli 2016.

- [11] Niedersächsisches Ministerium für Inneres und Sport, „Abschlussbericht - Sicherstellung des Brandschutzes in Niedersachsen unter besonderer Berücksichtigung des demografischen Wandels“. 22. September 2010. Zugegriffen: 1. März 2024. [Online]. Verfügbar unter: https://www.mi.niedersachsen.de/download/51443/Abschlussbericht_Sicherstellung_des_Brandschutzes_in_Niedersachsen_unter_besonderer_Beruecksichtigung_des_demografischen_Wandels.pdf
- [12] Landesfeuerwehrverband Baden-Württemberg und Innenministerium Baden-Württemberg, „Hinweise zur Leistungsfähigkeit der Feuerwehr“. Januar 2008.
- [13] Sächsisches Staatsministerium, „Empfehlung des Sächsischen Staatsministeriums des Innern zum Brandschutzbedarfsplan“.
- [14] *Vollzug des Bayerischen Feuerwehrgesetzes (VollzBekBayFwG)*. 2023.
- [15] *Verordnung über die Bedarfsermittlung und die Organisation der Feuerwehren in Mecklenburg-Vorpommern (Feuerwehrgesetz - FwOV M-V)*. 2017.
- [16] *Feuerwehrverordnung Rheinland-Pfalz (FwVO)*. 2012.
- [17] *Verwaltungsvorschrift zur Erstellung einer Bedarfs- und Entwicklungsplanung für den Brandschutz und die Technische Hilfe und zur Regelausstattung der Feuerwehren mit Fahrzeugen (Planungs- und AusstattungsVV - Saarland)*. 2007.
- [18] *Organisation und Ausrüstung der freiwilligen Feuerwehren, Pflichtfeuerwehren und Werkfeuerwehren sowie die Laufbahnen und die Ausbildung ihrer Mitglieder (Organisationserlass Feuerwehren - OrgFw Schleswig-Holstein)*. 2009.
- [19] *Thüringer Feuerwehr-Organisationsverordnung (ThürFwOrgVO)*. 2021.
- [20] *Hessisches Gesetz über den Brandschutz, die Allgemeine Hilfe und den Katastrophenschutz (Hessisches Brand- und Katastrophenschutzgesetz - HBKG)*. 2021.
- [21] *Brandschutz- und Hilfeleistungsgesetz des Landes Sachsen-Anhalt (Brandschutzgesetz - BrSchG)*. 2020.
- [22] Landesfeuerwehrverband Hessen, „Hinweise und Empfehlungen zur Durchführung einer Bedarfs- und Entwicklungsplanung für den Brandschutz und die Allgemeine Hilfe der Städte und Gemeinden“. 17. Juli 2022.
- [23] T. Schäfer, *Methodenlehre und Statistik*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2016. doi: 10.1007/978-3-658-11936-2.
- [24] W. Kohn und R. Öztürk, *Statistik für Ökonomen: Datenanalyse mit R und SPSS*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2022. doi: 10.1007/978-3-662-64754-7.

- [25] A. Handl und T. Kuhlenkasper, *Einführung in die Statistik: Theorie und Praxis mit R*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2018.
doi: 10.1007/978-3-662-56440-0.
- [26] J. Bortz und C. Schuster, *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler*, 7. vollständig überarbeitete und Erweiterte Auflage. in Springer-Lehrbuch. Berlin Heidelberg New York: Springer, 2010.
- [27] J. W. Tukey, *Exploratory data analysis*, Repr. in Addison-Wesley series in behavioral science quantitative methods. Reading, Mass.: Addison-Wesley, 20.
- [28] *Gesetz über den Brandschutz und die Hilfeleistungen der Feuerwehren - Schleswig-Holstein (BrSchG)*. 2023.
- [29] K. Völkl und C. Korb, *Deskriptive Statistik: eine Einführung für Politikwissenschaftlerinnen und Politikwissenschaftler*. in Elemente der Politik. Wiesbaden [Heidelberg]: Springer VS, 2018.
- [30] Jürgen Weiß, „Falschalarmstatistik über Brandmeldeanlagen - Fachbeitrag zur statistischen Erfassung von Alarmen durch Brandmeldeanlagen 2016“. Zugegriffen: 14. März 2024. [Online]. Verfügbar unter: https://www.lfv-bayern.de/media/filer_public/3b/7a/3b7a0425-1310-4b5a-b8eb-43974c6cb7f4/59-falschalarmstatistik_ueber_brandmeldesysteme_lfv_2016.pdf
- [31] Deutsches Institut für Normung e. V., „DIN 14555-12 - Rüstwagen und Gerätewagen - Teil 12: Gerätewagen Gefahrgut GW-G“. Beuth Verlag GmbH, März 2023.
- [32] Bundesagentur für Arbeit - Statistik, Hrsg., „Gemeindedaten der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten nach Wohn- und Arbeitsort mit Stichtag 30.06.2021“. 15. Januar 2022. Zugegriffen: 23. April 2024. [Online]. Verfügbar unter: https://statistik.arbeitsagentur.de/Statistikdaten/Detail/202106/iiia6/beschaeftigung-sozbe-gemband/gemband-dlk-0-202106-zip.zip?__blob=publicationFile&v=2

Eidesstattliche Erklärung

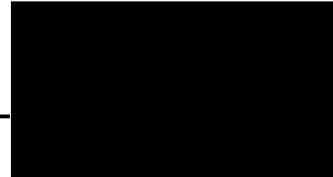
Hiermit versichere ich, Henrik Johnsen, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit mit dem o.a. formulierten Thema ohne fremde Hilfe selbständig verfasst und nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe. Wörtlich oder dem Sinn nach aus anderen Werken entnommene Stellen sind unter Angabe der Quellen kenntlich gemacht.

Hamburg

26.04.2024

Ort

Datum



Anhangsverzeichnis

Anhang 1: Erweiterte Säulendiagramme	XII
Anhang 2: Grundlagen Boxplots – ID-Stichwörter	XIII
Anhang 3: Grundlagen Boxplots – Zeitintervalle	XIV
Anhang 4: Grundlagen Boxplots – Tageszeiten.....	XV
Anhang 5: Grundlagen Boxplots – Wochentage	XVI
Anhang 6: Grundlagen Boxplots – Jahreszeiten.....	XVII
Anhang 7: Vergleichsdiagramme – ID-Stichwörter	XVIII
Anhang 8: Vergleichsdiagramme – Zeitintervalle	XIX
Anhang 9: Vergleichsdiagramme – Tageszeiten	XX
Anhang 10: Vergleichsdiagramme – Wochentage	XXI
Anhang 11: Vergleichsdiagramme – Jahreszeiten	XXII
Anhang 12: Anteilige Häufigkeiten – ID-Stichwörter	XXIII
Anhang 13: Anteilige Häufigkeiten – Zeitintervalle	XXIV
Anhang 14: Anteilige Häufigkeiten – Tageszeiten.....	XXV
Anhang 15: Anteilige Häufigkeiten – Wochentage	XXVI
Anhang 16: Anteilige Häufigkeiten – Jahreszeiten.....	XXVII

Anhang 1: Erweiterte Säulendiagramme

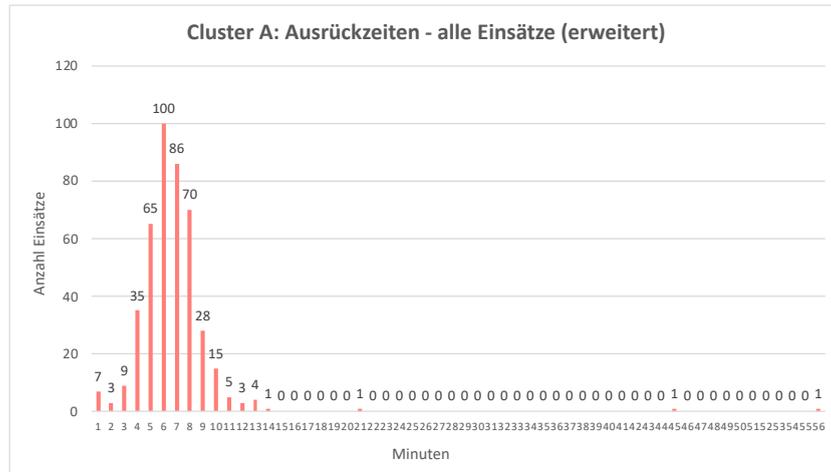


Abbildung 22: Ausrückzeiten aller Einsätze im Cluster A in erweiterter Darstellung

Quelle: Eigene Darstellung

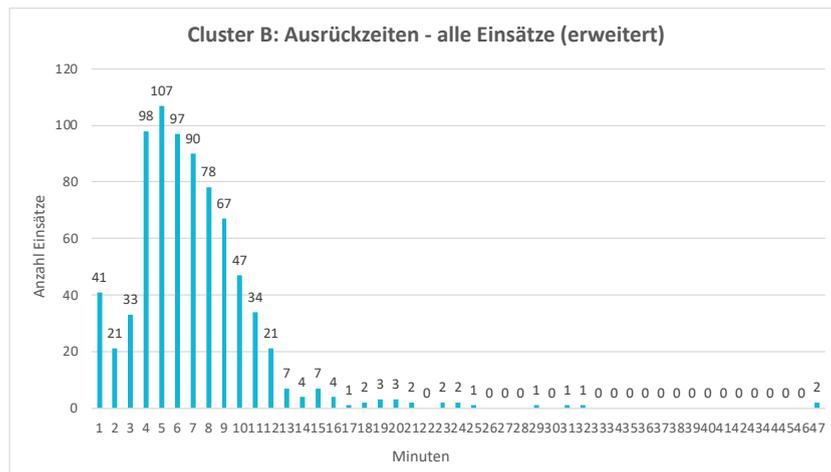


Abbildung 23: Ausrückzeiten aller Einsätze im Cluster B in erweiterter Darstellung

Quelle: Eigene Darstellung

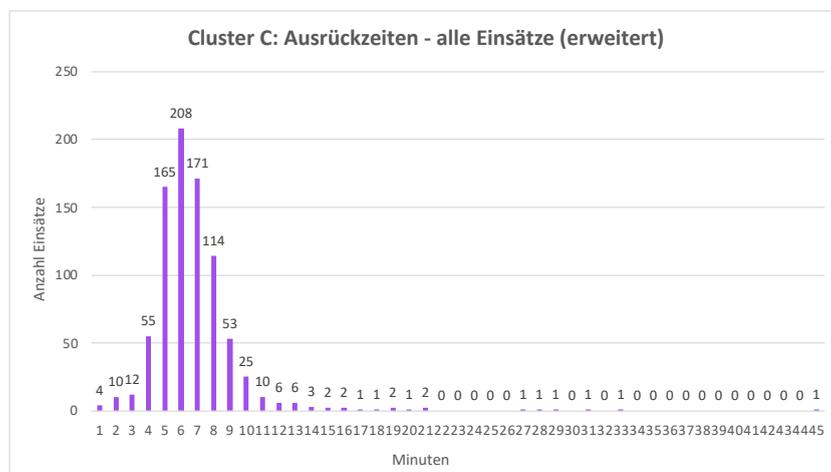


Abbildung 24: Ausrückzeiten aller Einsätze im Cluster C in erweiterter Darstellung

Quelle: Eigene Darstellung

Anhang 2: Grundlagen Boxplots – ID-Stichwörter

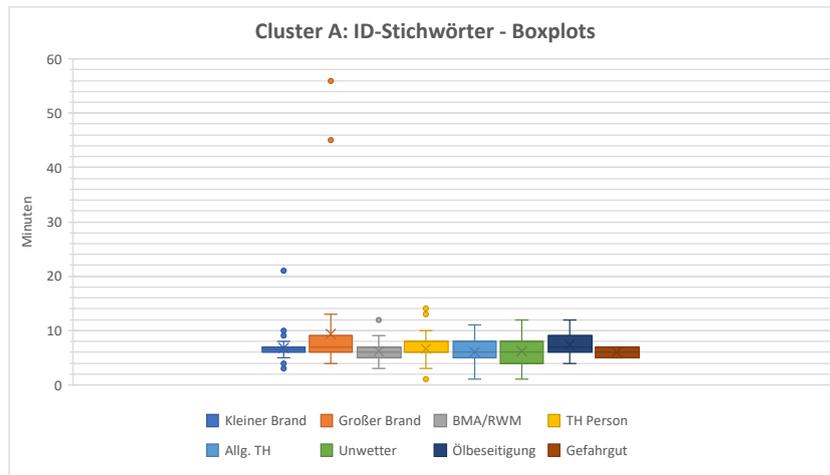


Abbildung 25: Boxplots der Ausrückzeiten nach ID-Stichwörtern im Cluster A

Quelle: Eigene Darstellung

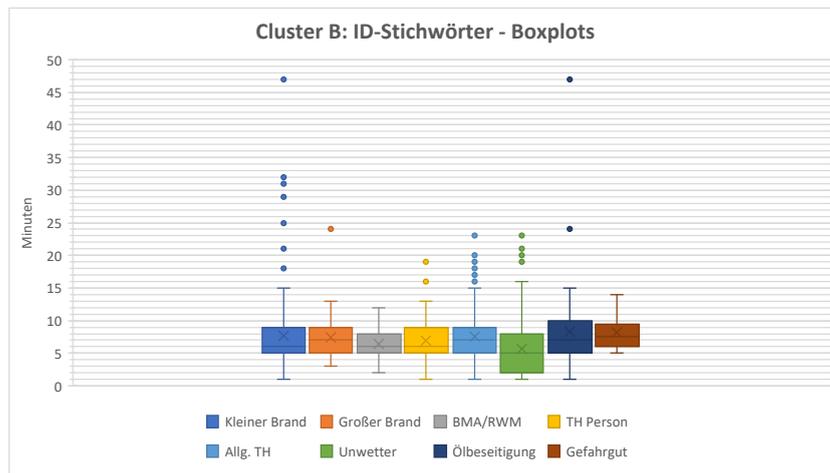


Abbildung 26: Boxplots der Ausrückzeiten nach ID-Stichwörtern im Cluster B

Quelle: Eigene Darstellung

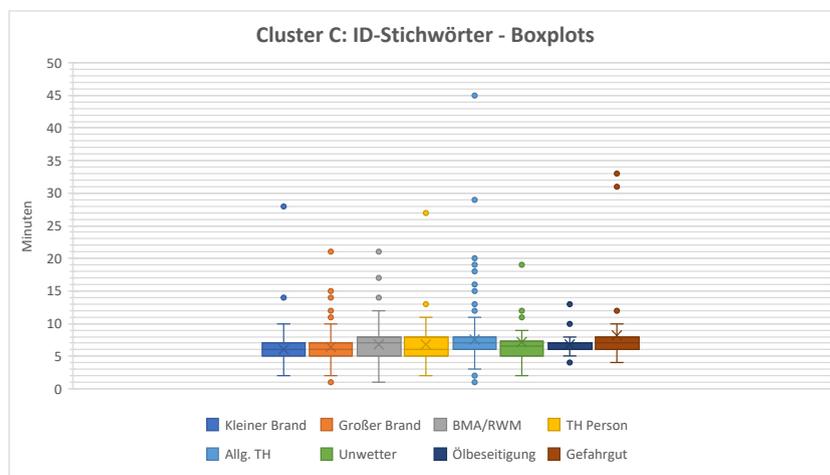


Abbildung 27: Boxplots der Ausrückzeiten nach ID-Stichwörtern im Cluster C

Quelle: Eigene Darstellung

Anhang 3: Grundlagen Boxplots – Zeitintervalle

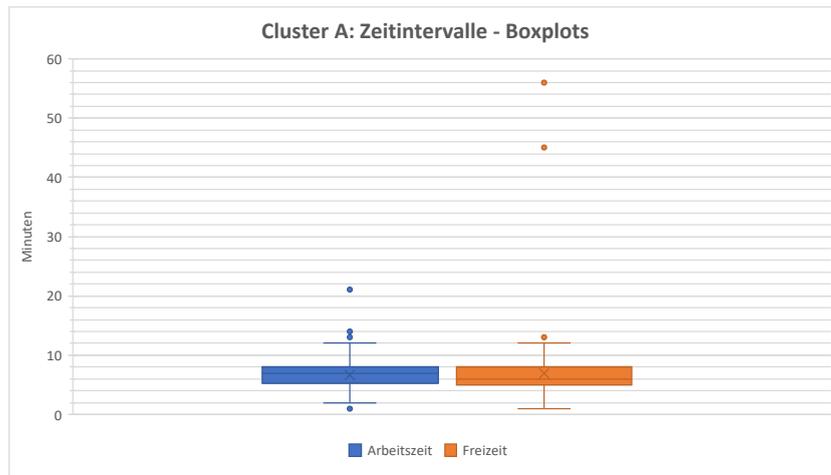


Abbildung 28: Boxplots der Ausrückzeiten nach Zeitintervallen im Cluster A

Quelle: Eigene Darstellung

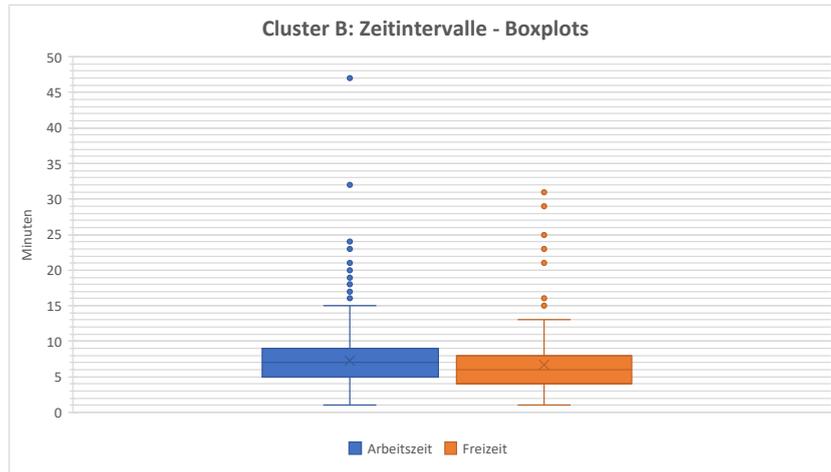


Abbildung 29: Boxplots der Ausrückzeiten nach Zeitintervallen im Cluster B

Quelle: Eigene Darstellung

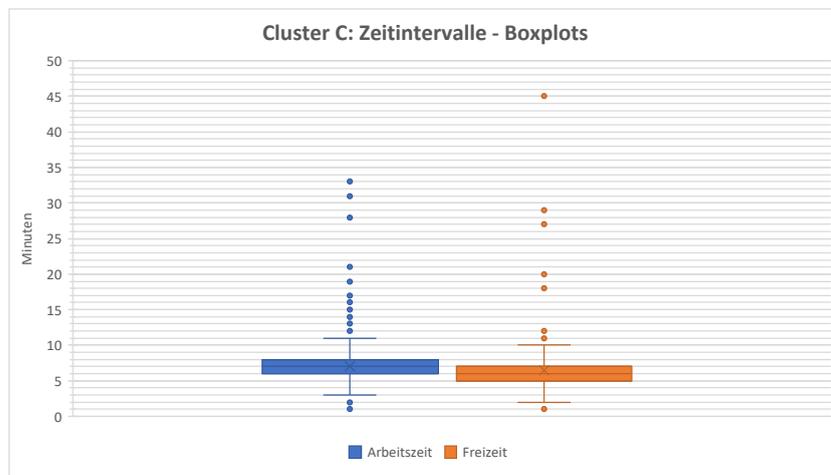


Abbildung 30: Boxplots der Ausrückzeiten nach Zeitintervallen im Cluster C

Quelle: Eigene Darstellung

Anhang 4: Grundlagen Boxplots – Tageszeiten

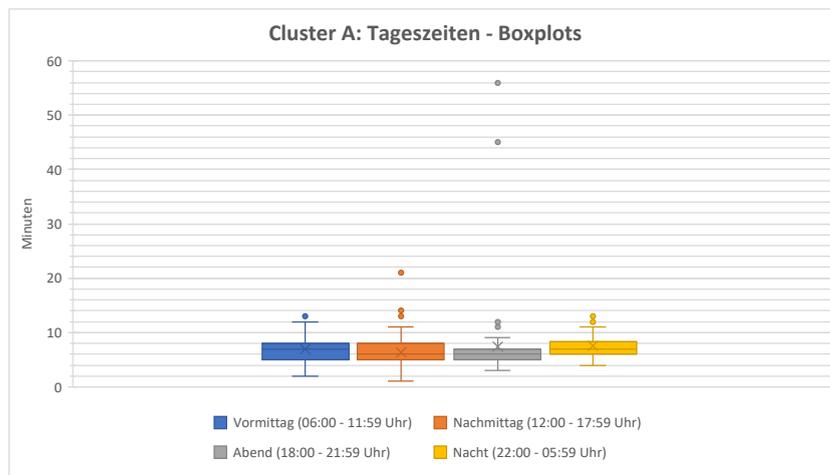


Abbildung 31: Boxplots der Ausrückzeiten nach Tageszeiten im Cluster A

Quelle: Eigene Darstellung

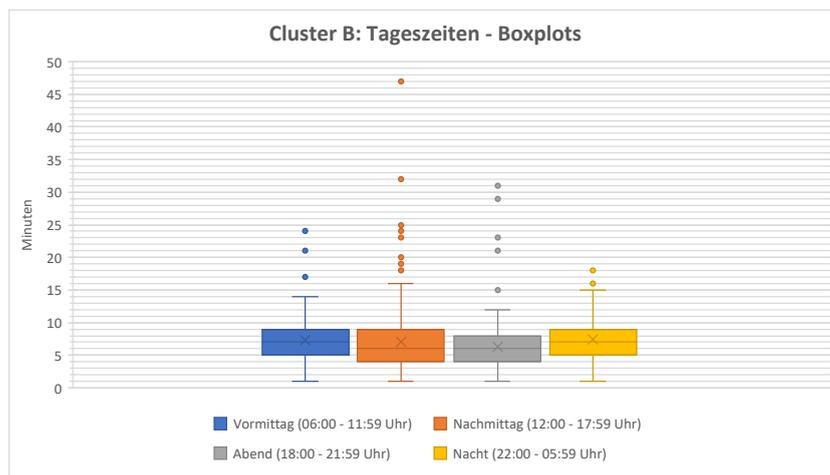


Abbildung 32: Boxplots der Ausrückzeiten nach Tageszeiten im Cluster B

Quelle: Eigene Darstellung

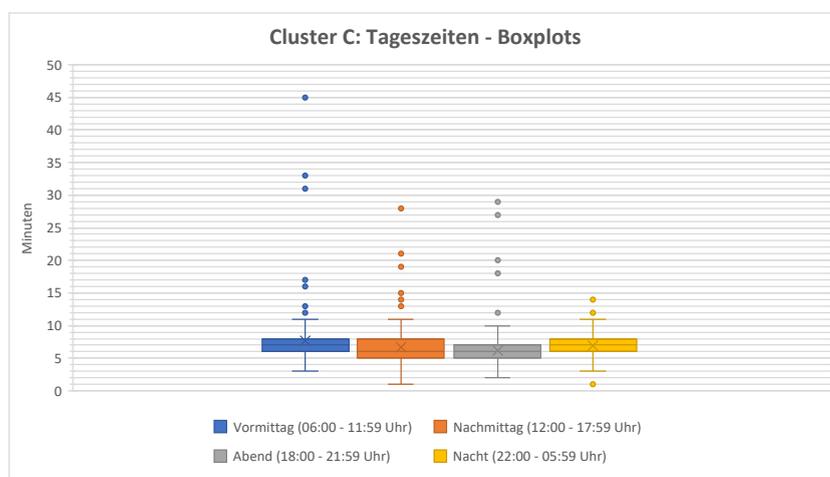


Abbildung 33: Boxplots der Ausrückzeiten nach Tageszeiten im Cluster C

Quelle: Eigene Darstellung

Anhang 5: Grundlagen Boxplots – Wochentage

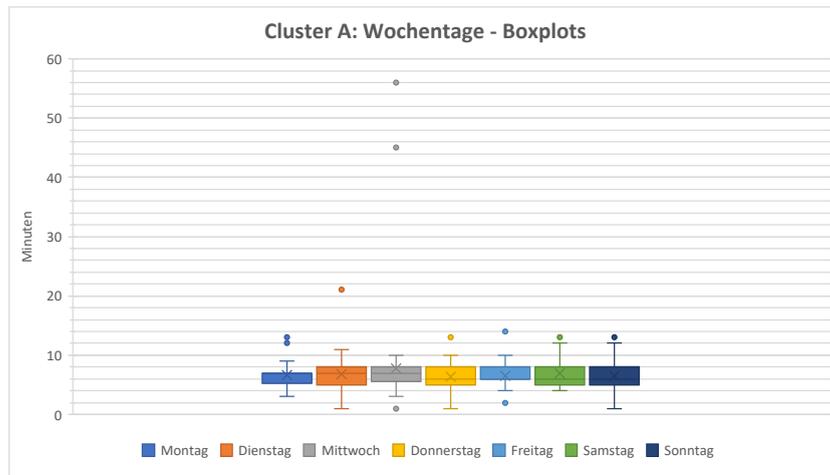


Abbildung 34: Boxplots der Ausrückzeiten nach Wochentagen im Cluster A

Quelle: Eigene Darstellung

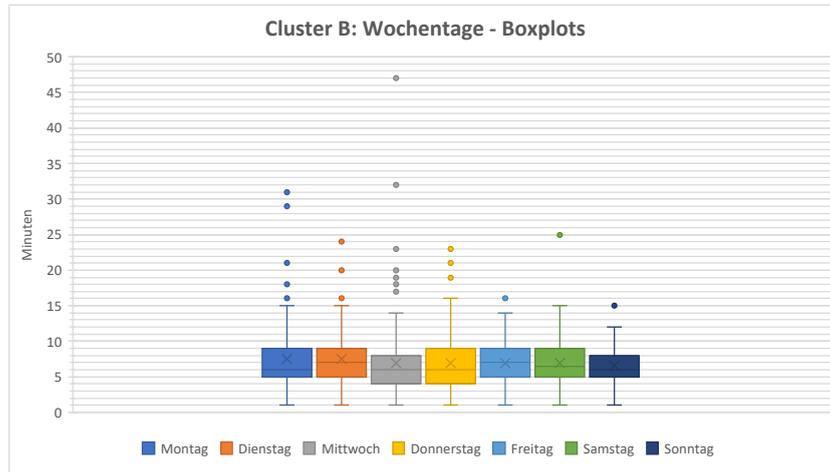


Abbildung 35: Boxplots der Ausrückzeiten nach Wochentagen im Cluster B

Quelle: Eigene Darstellung

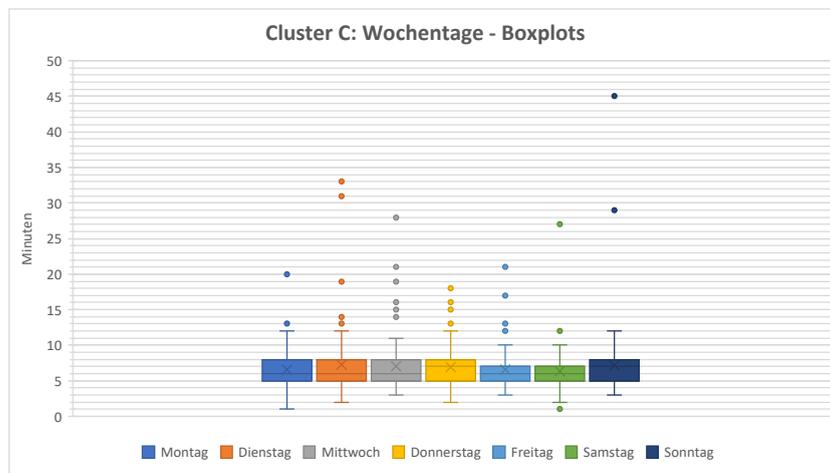


Abbildung 36: Boxplots der Ausrückzeiten nach Wochentagen im Cluster C

Quelle: Eigene Darstellung

Anhang 6: Grundlagen Boxplots – Jahreszeiten

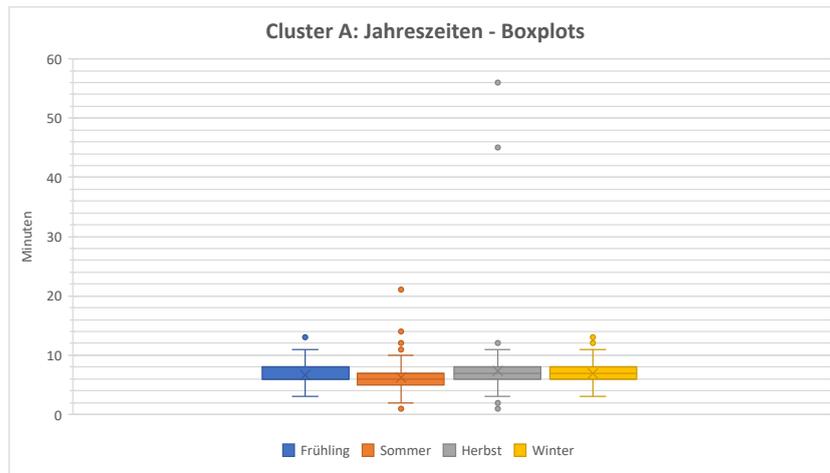


Abbildung 37: Boxplots der Ausrückzeiten nach Jahreszeiten im Cluster A

Quelle: Eigene Darstellung

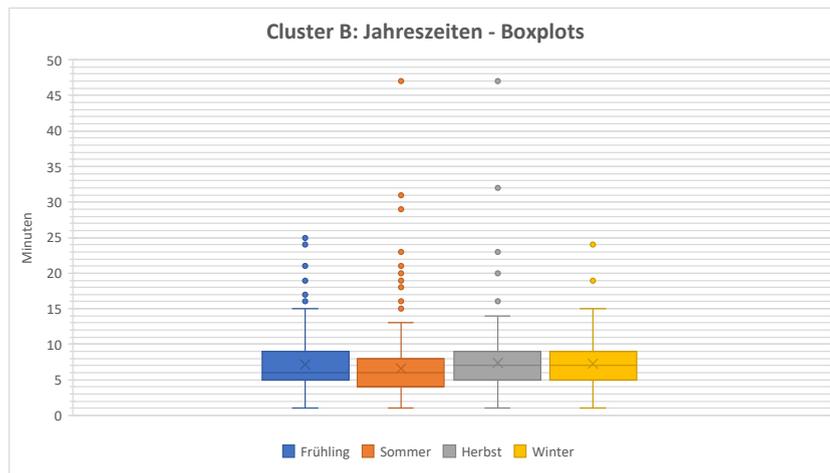


Abbildung 38: Boxplots der Ausrückzeiten nach Jahreszeiten im Cluster B

Quelle: Eigene Darstellung

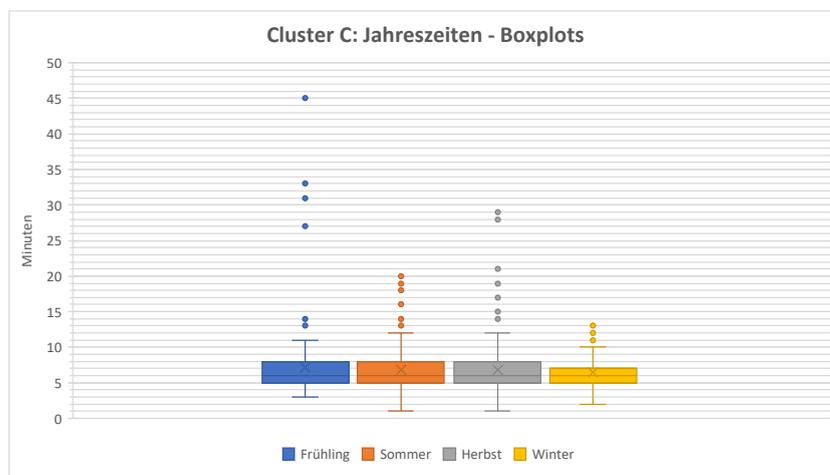


Abbildung 39: Boxplots der Ausrückzeiten nach Jahreszeiten im Cluster C

Quelle: Eigene Darstellung

Anhang 7: Vergleichsdiagramme – ID-Stichwörter

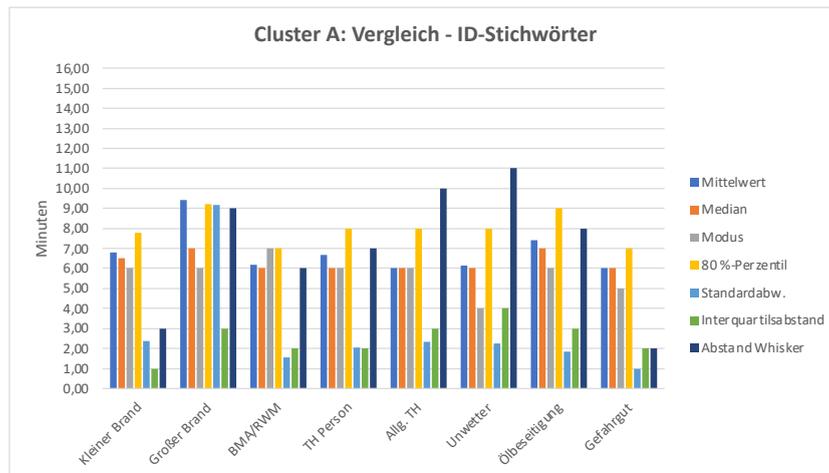


Abbildung 40: Vergleichsdiagramme nach ID-Stichwörtern im Cluster A

Quelle: Eigene Darstellung

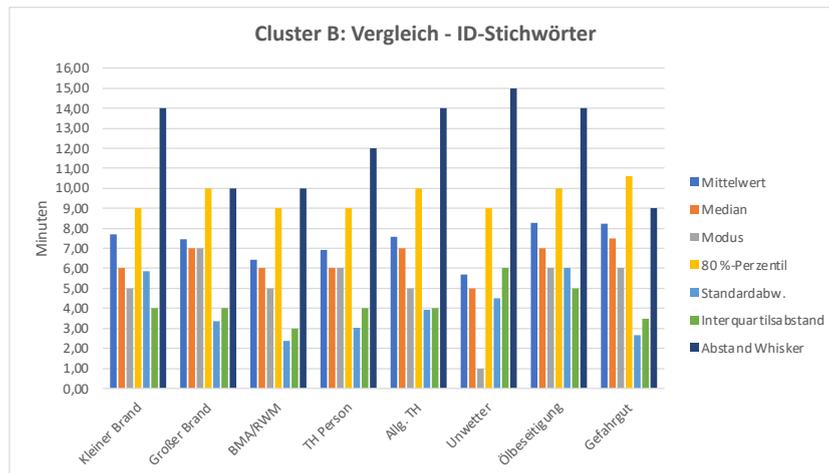


Abbildung 41: Vergleichsdiagramme nach ID-Stichwörtern im Cluster B

Quelle: Eigene Darstellung

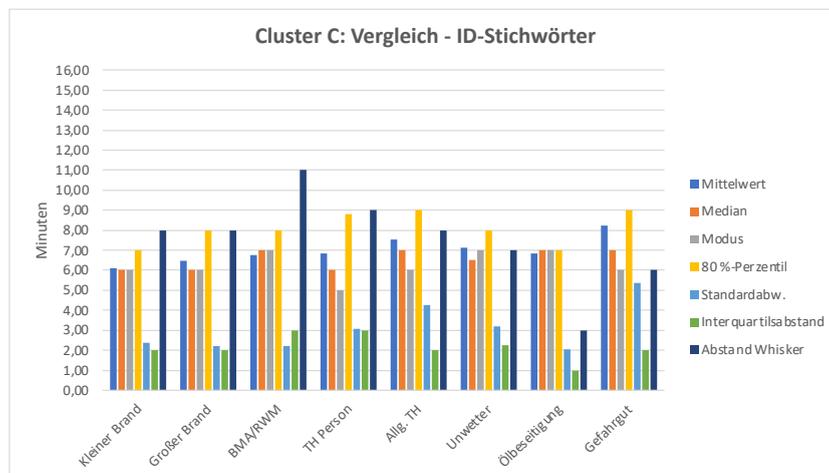


Abbildung 42: Vergleichsdiagramme nach ID-Stichwörtern im Cluster C

Quelle: Eigene Darstellung

Anhang 8: Vergleichsdiagramme – Zeitintervalle

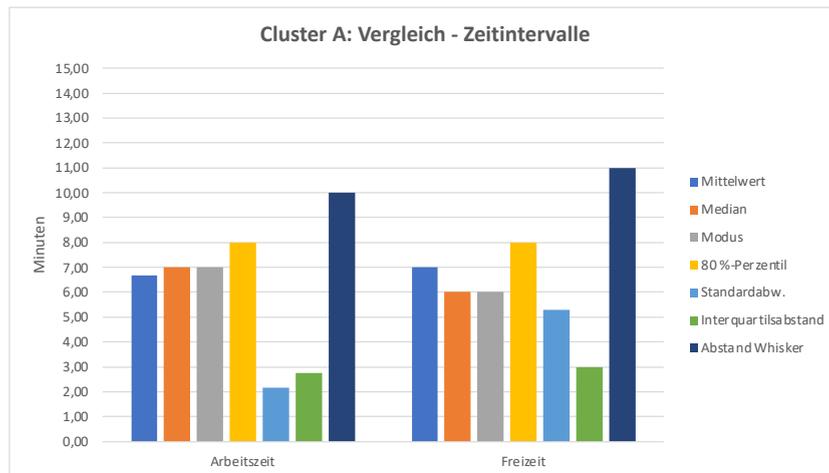


Abbildung 43: Vergleichsdiagramme nach Zeitintervallen im Cluster A

Quelle: Eigene Darstellung

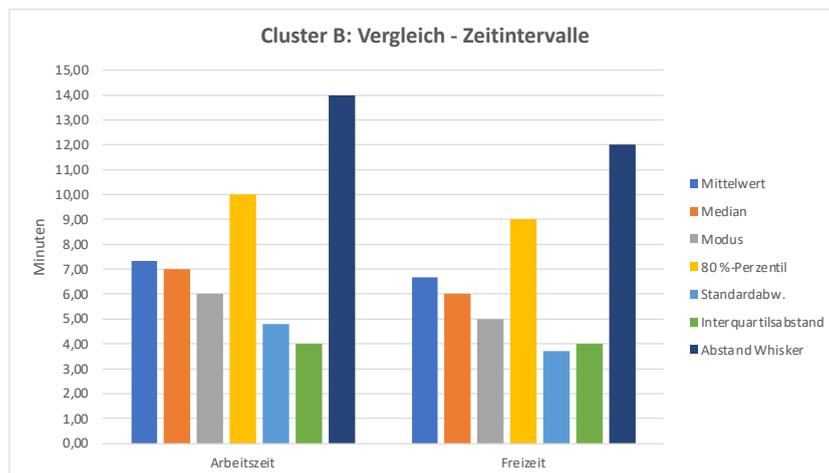


Abbildung 44: Vergleichsdiagramme nach Zeitintervallen im Cluster B

Quelle: Eigene Darstellung

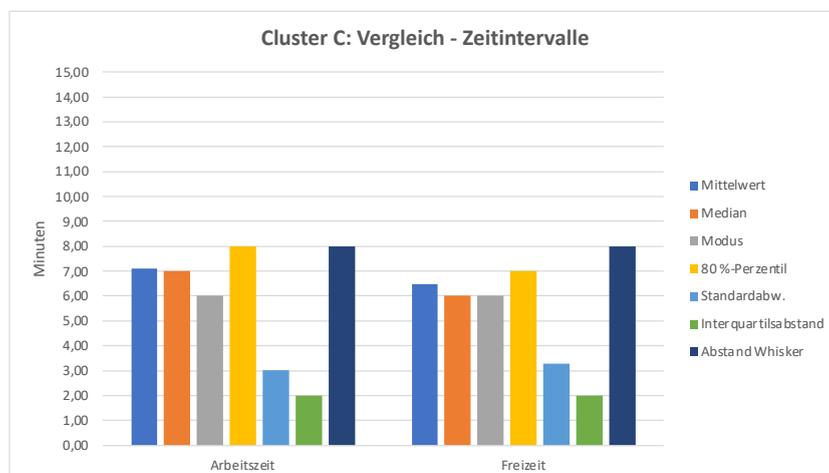


Abbildung 45: Vergleichsdiagramme nach Zeitintervallen im Cluster C

Quelle: Eigene Darstellung

Anhang 9: Vergleichsdiagramme – Tageszeiten

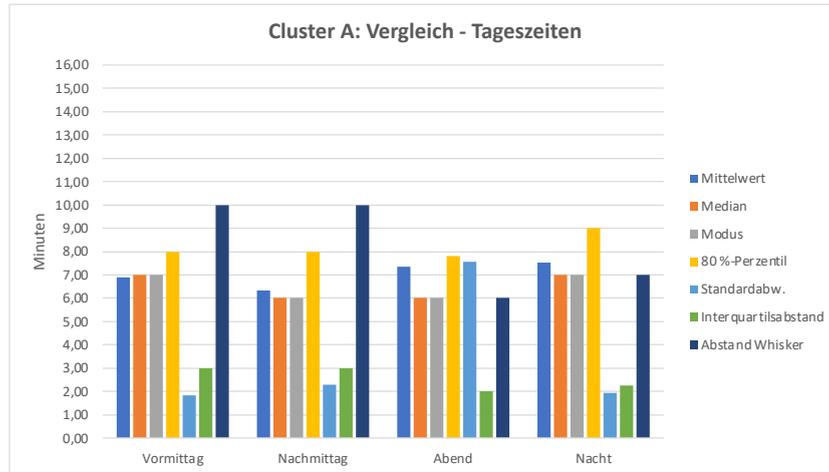


Abbildung 46: Vergleichsdiagramme nach Tageszeiten im Cluster A

Quelle: Eigene Darstellung

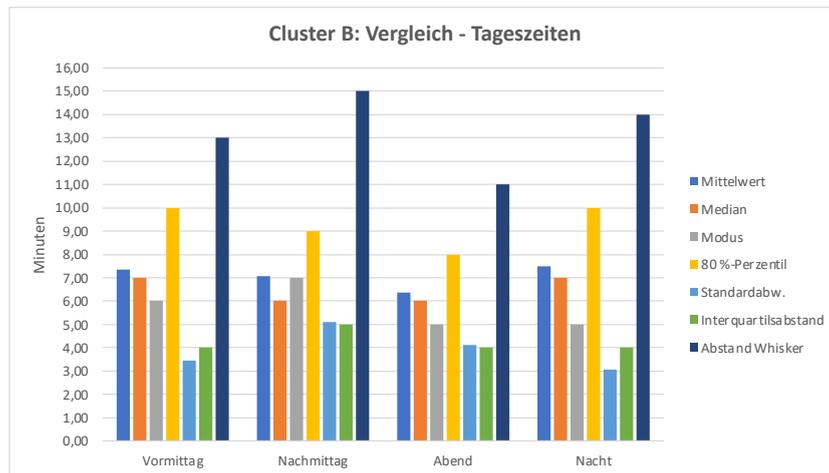


Abbildung 47: Vergleichsdiagramme nach Tageszeiten im Cluster B

Quelle: Eigene Darstellung

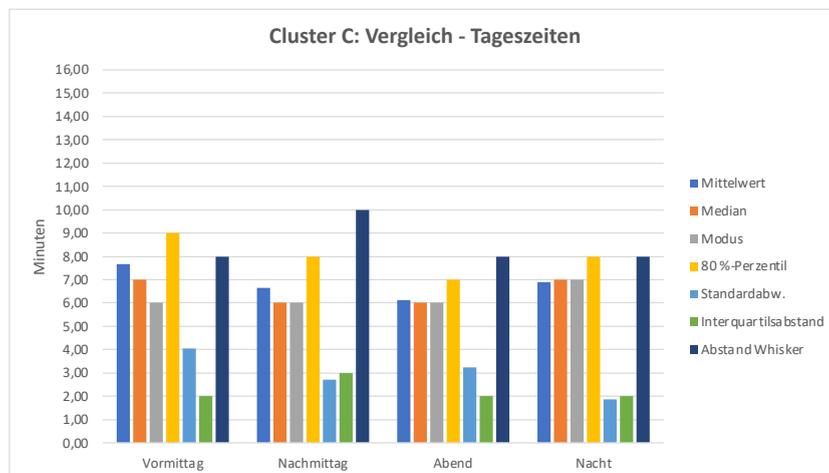


Abbildung 48: Vergleichsdiagramme nach Tageszeiten im Cluster C

Quelle: Eigene Darstellung

Anhang 10: Vergleichsdiagramme – Wochentage

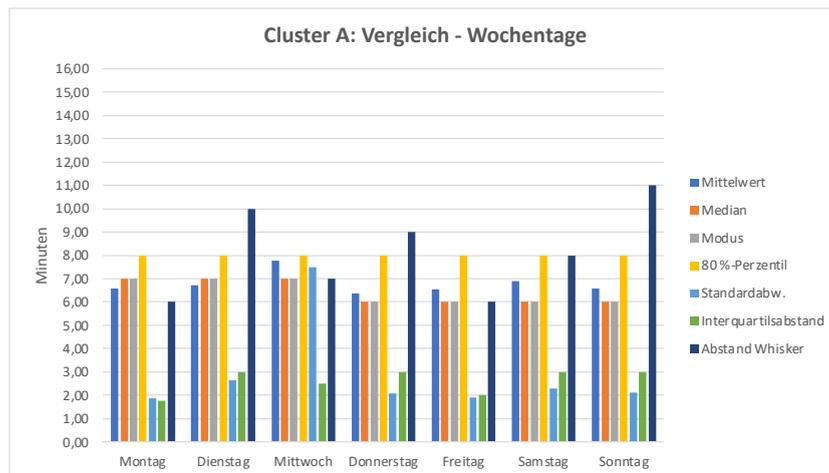


Abbildung 49: Vergleichsdiagramme nach Wochentagen im Cluster A

Quelle: Eigene Darstellung

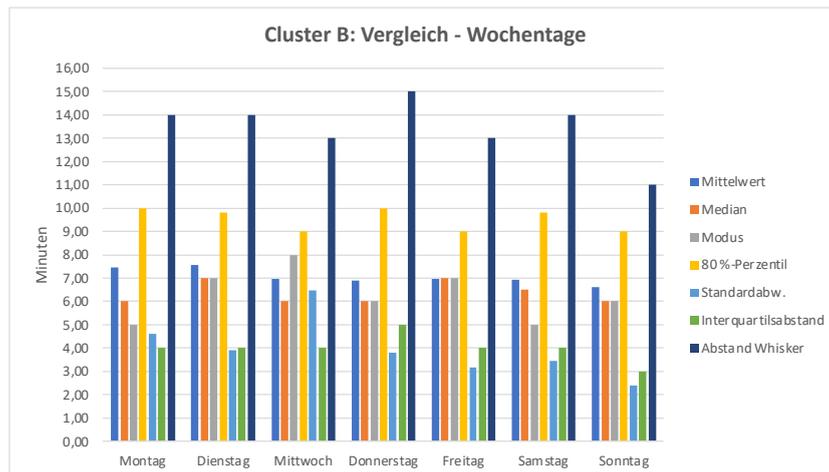


Abbildung 50: Vergleichsdiagramme nach Wochentagen im Cluster B

Quelle: Eigene Darstellung

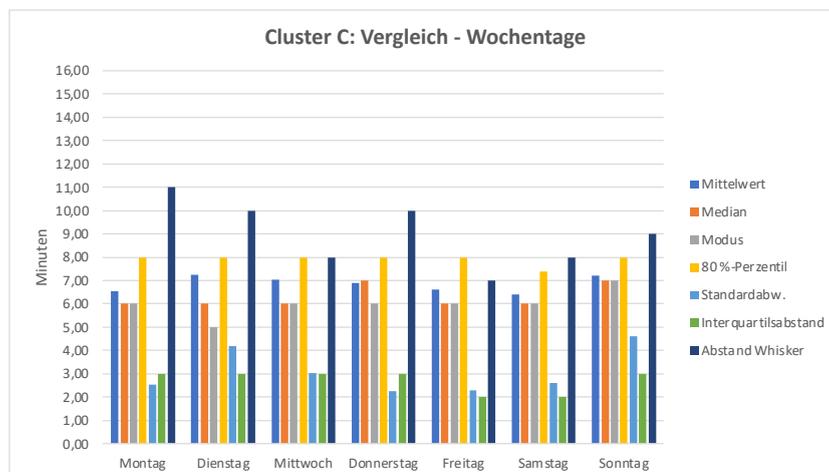


Abbildung 51: Vergleichsdiagramme nach Wochentagen im Cluster C

Quelle: Eigene Darstellung

Anhang 11: Vergleichsdiagramme – Jahreszeiten

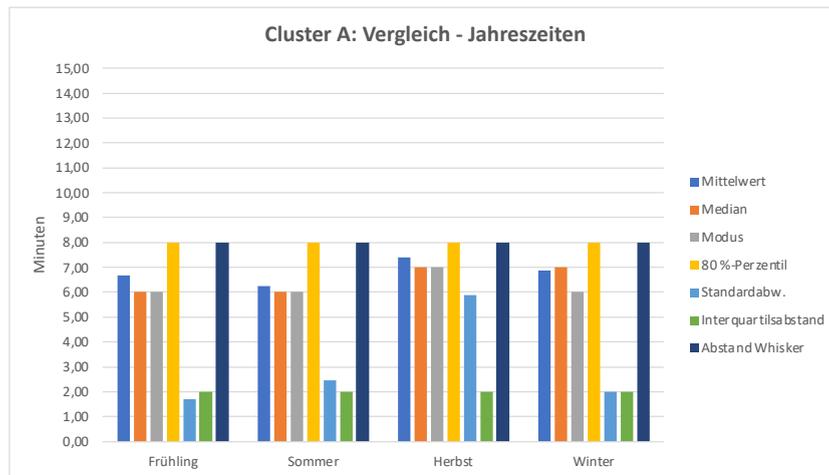


Abbildung 52: Vergleichsdiagramme nach Jahreszeiten im Cluster A

Quelle: Eigene Darstellung

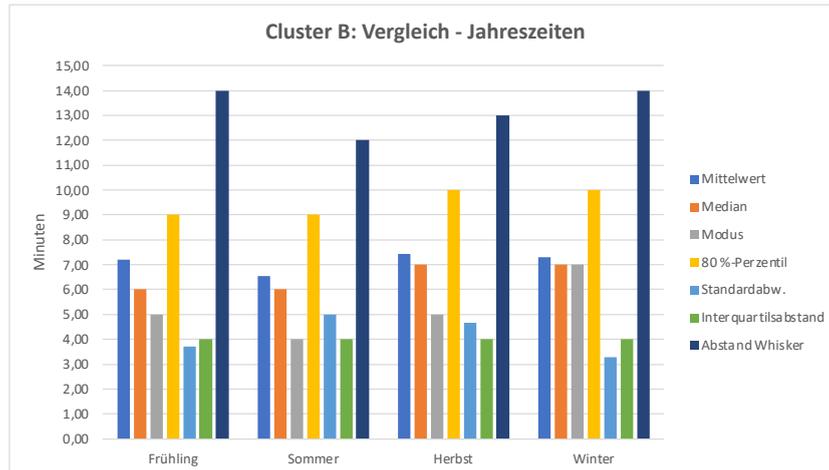


Abbildung 53: Vergleichsdiagramme nach Jahreszeiten im Cluster B

Quelle: Eigene Darstellung

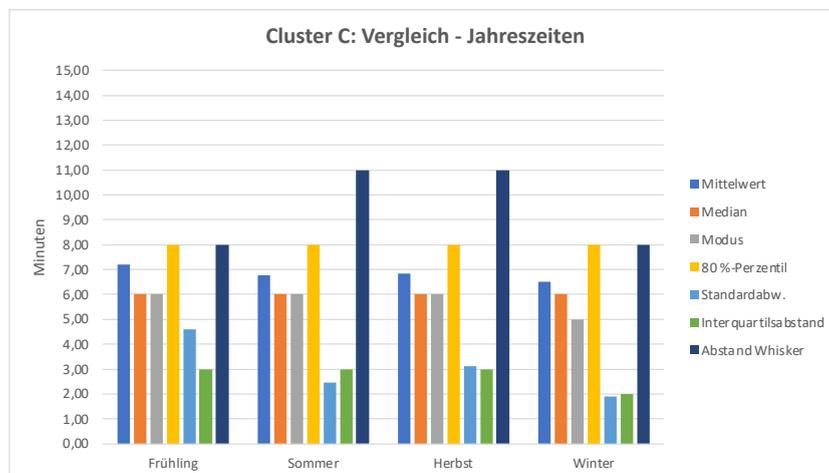


Abbildung 54: Vergleichsdiagramme nach Jahreszeiten im Cluster C

Quelle: Eigene Darstellung

Anhang 12: Anteilige Häufigkeiten – ID-Stichwörter

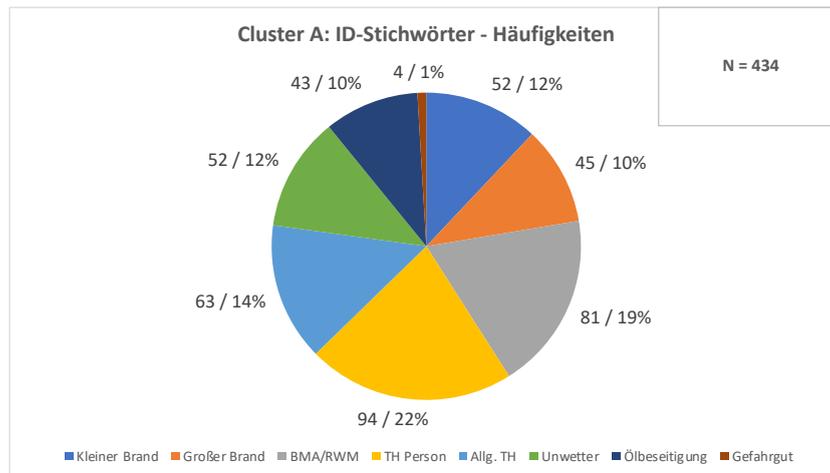


Abbildung 52: Anteilige Häufigkeiten nach ID-Stichwörtern im Cluster A

Quelle: Eigene Darstellung

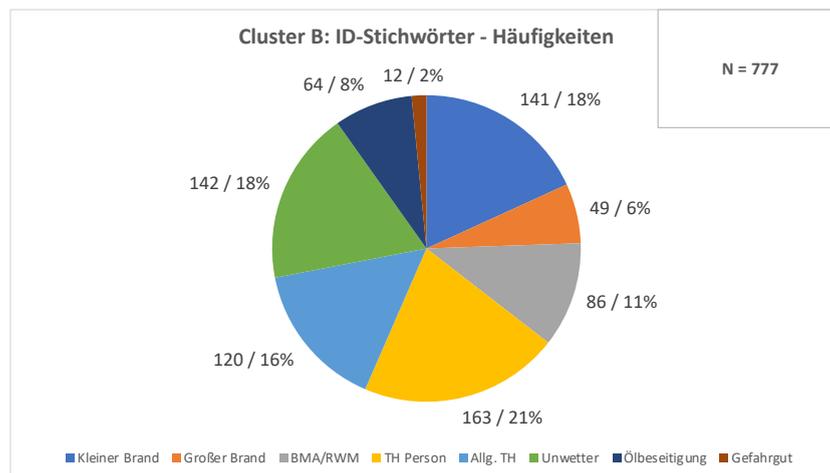


Abbildung 53: Anteilige Häufigkeiten nach ID-Stichwörtern im Cluster B

Quelle: Eigene Darstellung

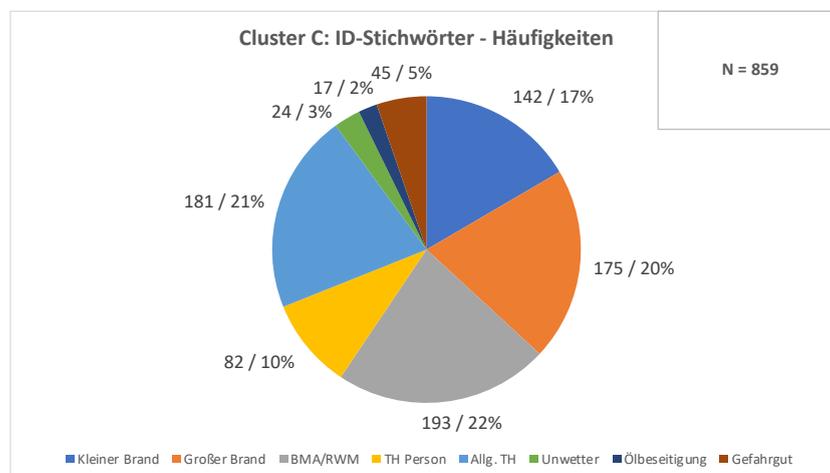


Abbildung 54: Anteilige Häufigkeiten nach ID-Stichwörtern im Cluster C

Quelle: Eigene Darstellung

Anhang 13: Anteilige Häufigkeiten – Zeitintervalle

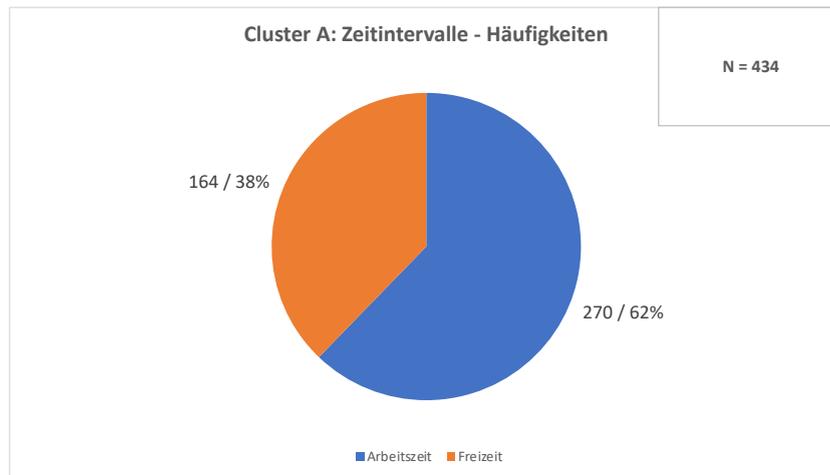


Abbildung 58: Anteilige Häufigkeiten nach Zeitintervallen im Cluster A

Quelle: Eigene Darstellung

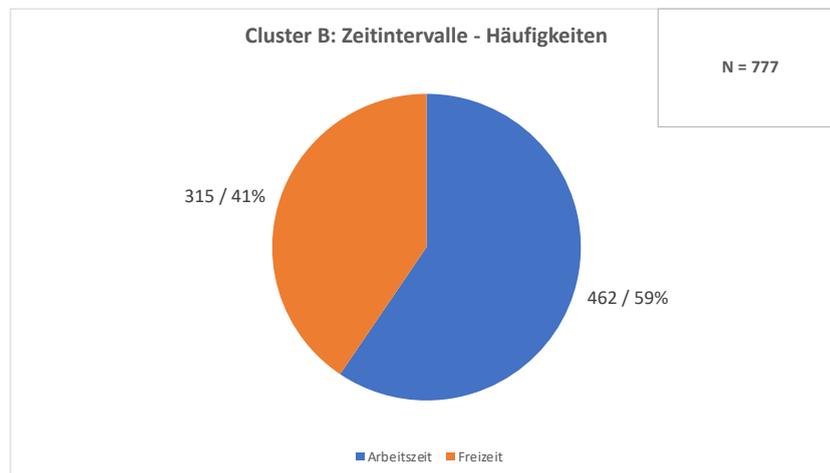


Abbildung 59: Anteilige Häufigkeiten nach Zeitintervallen im Cluster B

Quelle: Eigene Darstellung

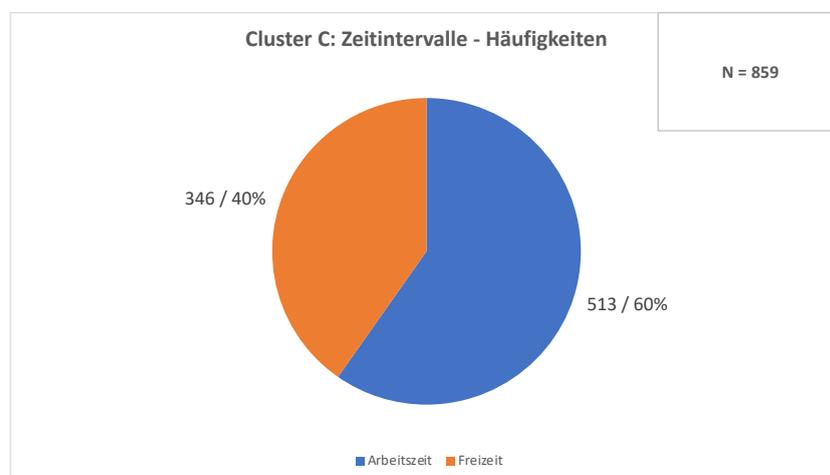


Abbildung 60: Anteilige Häufigkeiten nach Zeitintervallen im Cluster C

Quelle: Eigene Darstellung

Anhang 14: Anteilige Häufigkeiten – Tageszeiten

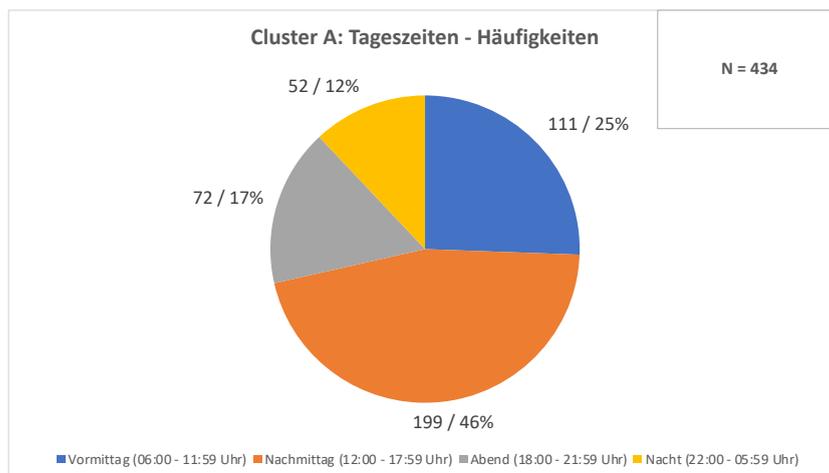


Abbildung 61: Anteilige Häufigkeiten nach Tageszeiten im Cluster A

Quelle: Eigene Darstellung

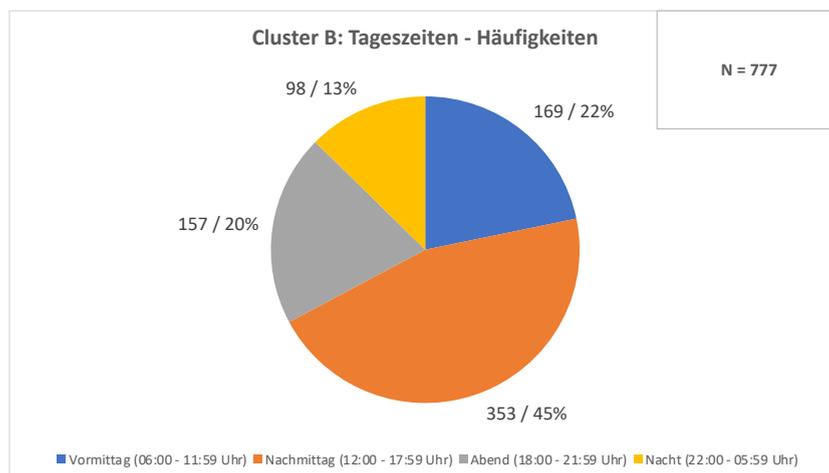


Abbildung 62: Anteilige Häufigkeiten nach Tageszeiten im Cluster B

Quelle: Eigene Darstellung

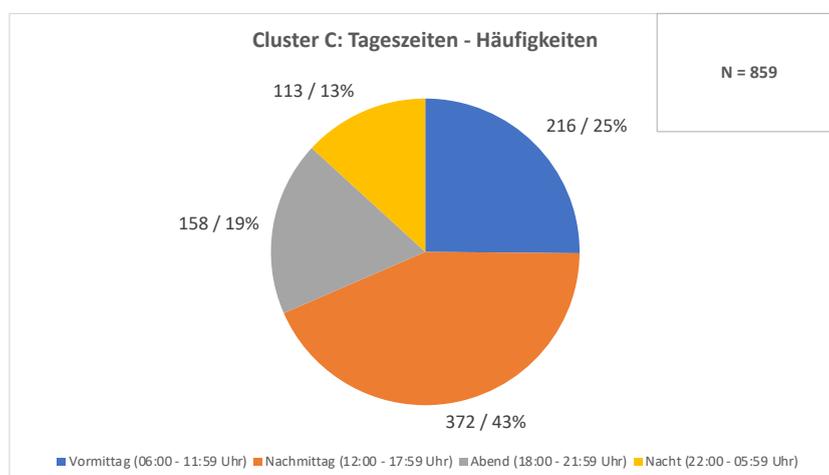


Abbildung 63: Anteilige Häufigkeiten nach Tageszeiten im Cluster C

Quelle: Eigene Darstellung

Anhang 15: Anteilige Häufigkeiten – Wochentage

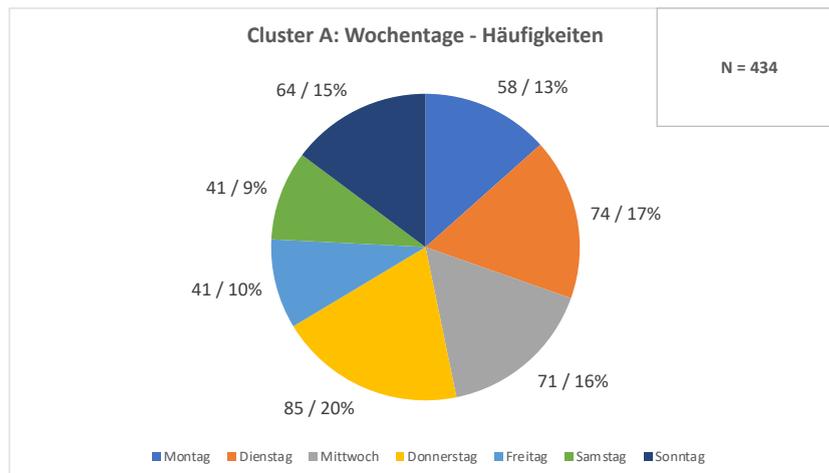


Abbildung 64: Anteilige Häufigkeiten nach Wochentagen im Cluster A

Quelle: Eigene Darstellung

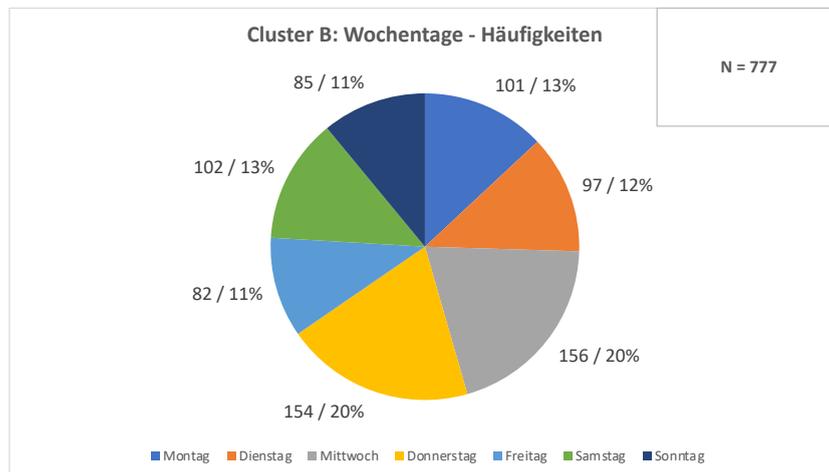


Abbildung 65: Anteilige Häufigkeiten nach Wochentagen im Cluster B

Quelle: Eigene Darstellung

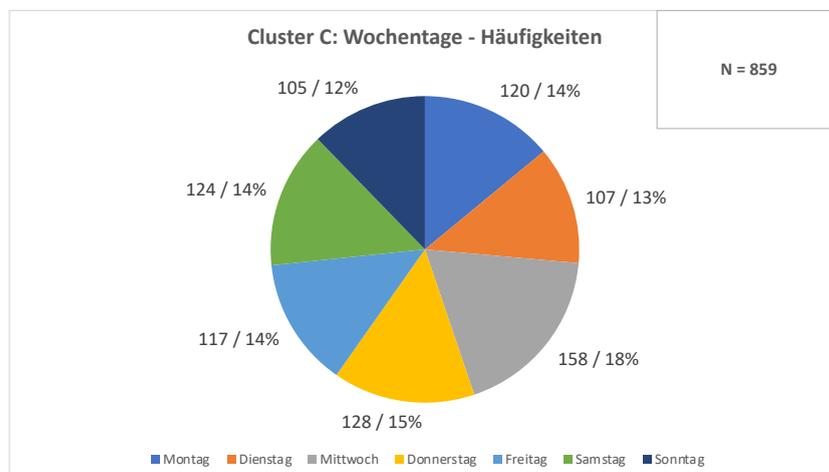


Abbildung 66: Anteilige Häufigkeiten nach Wochentagen im Cluster C

Quelle: Eigene Darstellung

Anhang 16: Anteilige Häufigkeiten – Jahreszeiten

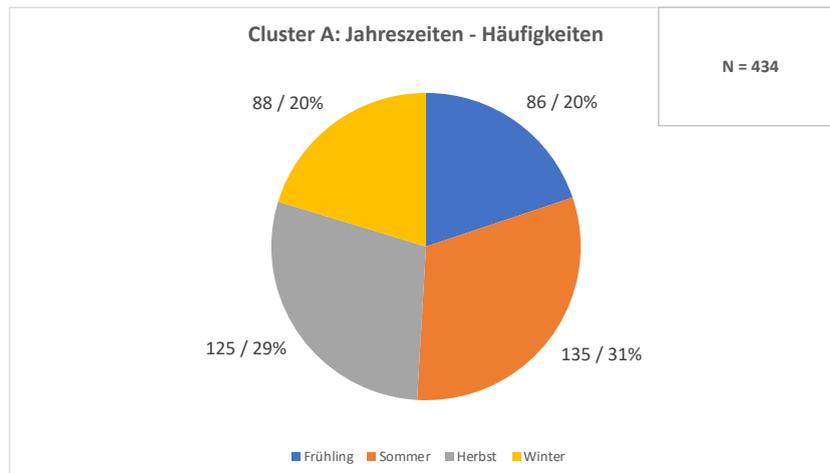


Abbildung 67: Anteilige Häufigkeiten nach Wochentagen im Cluster A

Quelle: Eigene Darstellung

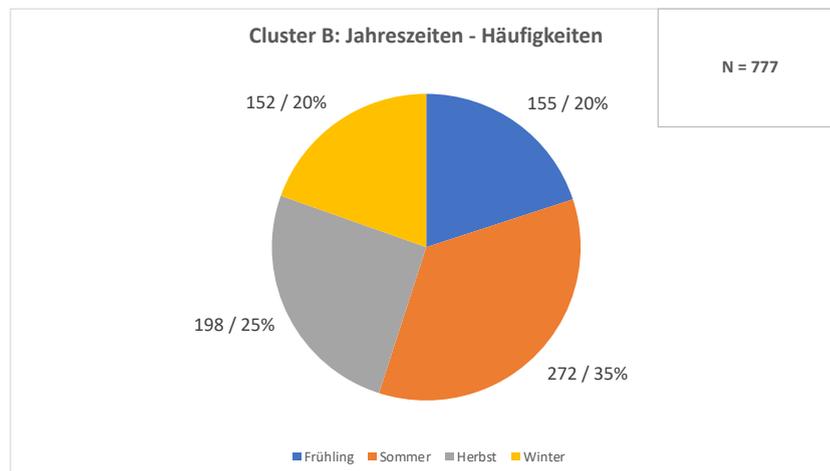


Abbildung 68: Anteilige Häufigkeiten nach Wochentagen im Cluster B

Quelle: Eigene Darstellung

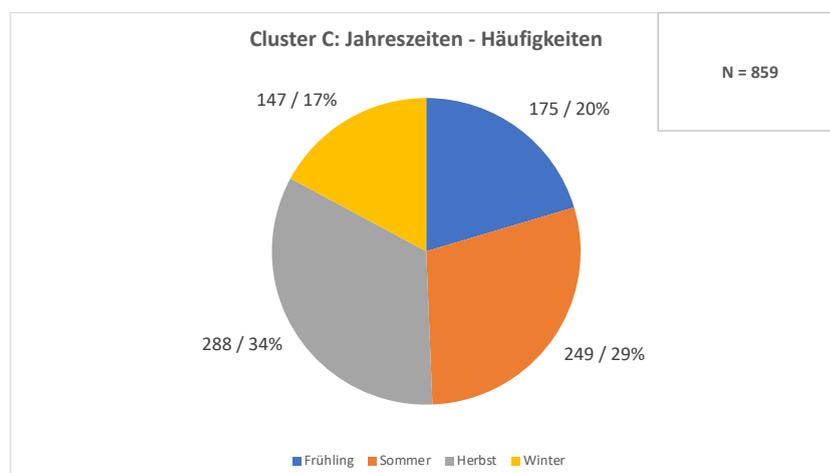


Abbildung 69: Anteilige Häufigkeiten nach Wochentagen im Cluster C

Quelle: Eigene Darstellung