KPI

Jahresbericht 2023

ACDM GERMANY

/Flughafen München

DFS Deutsche Flugsicherung

Frankfurt Airport

BER FLUGHAFEN BERLIN BRANDENBURG

Düsseldorf Airport DUS

STUTTGART AIRPORT

Hamburg Airport

LEIPZIG·HALLE AIRPORT
MITTELDEUTSCHE AIRPORT HOLDING

Änderungsübersicht:

Version	Stand	Bemerkung	Autor/in
0.1	30.01.23	Erstellung	Barboff
0.2	19.02.24	Einarbeitung Datenlieferungen Flughäfen	Barboff
0.3	12.07.24	Ergänzung redaktionelle Inhalte	Hilger, Barboff
0.4	27.08.24	Version zur Abstimmung in der Redaktion	Hilger, Barboff
1.0	06.09.24	Finalversion zur Veröffentlichung	Redaktion

Impressum

Herausgeber: DFS Deutsche Flugsicherung GmbH
für die Initiative zur Harmonisierung von Airport CDM in Deutschland
Am DFS-Campus 10
63225 Langen

Ansprechpartner: Erik Sinz, Heiko Fella, Sebastian Barboff
OZ/A Airspace & Aerodromes

Redaktion: Sebastian Barboff
DFS Deutsche Flugsicherung GmbH
Am DFS-Campus 10
63225 Langen

Boris Breug
Flughafen München GmbH
85326 München-Flughafen

Stefan Hilger
Fraport AG
Frankfurt Airport Services Worldwide
60547 Frankfurt am Main

Nico Ruwe
Flughafen Stuttgart GmbH
Flughafenstraße 32
70629 Stuttgart

Datum: 9. September 2024

Seiten: 44

Dieses Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwendung außerhalb der Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne ausdrückliche Zustimmung der Redaktion unzulässig und wird zivil- und strafrechtlich verfolgt. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

© DFS Deutsche Flugsicherung GmbH 2024

Inhalt

1 MANAGEMENT SUMMARY 5

***2* INITIATIVE ZUR HARMONISIERUNG VON AIRPORT CDM IN DEUTSCHLAND *A-CDM GERMANY* 7**

3 ZIEL UND ZWECK DES BERICHTS 9

4 RESULTATE 10

4.1 ALLGEMEIN 11
4.1.1 ANZAHL IFR-ABFLÜGE 11
4.1.2 ANTEIL REGULIERTER IFR-ABFLÜGE 13
4.1.3 ANTEIL IFR-ABFLÜGE MIT LUFTFAHRZEUG-ENTEISUNG 15
4.2 VERFAHRENSEINHALTUNG 16
4.2.1 ASAT-QUALITÄT 16
4.2.2 AORT-QUALITÄT 18
4.3 VERFAHRENSPLANUNG 20
4.3.1 TTOT-QUALITÄT 20
4.3.2 SOBT-QUALITÄT 22
4.3.3 TOBT-PROGNOSTIK UND -RECHTZEITIGKEIT 24
4.3.4 TSAT-QUALITÄT, -ABWEICHUNG UND -STABILITÄT 27
4.3.5 EDIT-QUALITÄT UND -ABWEICHUNG 31
4.3.6 POSITIONSSTABILITÄT 33
4.4 NETZWERKMANAGEMENT 35
4.4.1 ATFM-SLOTEINHALTUNG UND -SLOTABWEICHUNG 35
4.4.2 CTOT-QUALITÄT, -ABWEICHUNG UND -STABILITÄT 38
4.4.3 DURCHSCHNITTLICHES ATFM-DELAY 42

5 AUSBLICK 43

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS 44

QUELLENVERZEICHNIS 44

1 Management Summary

Einleitung

Der vorliegende Bericht stellt die festgelegten Key Performance Indikatoren (KPI) mit übergreifendem Vergleichspotenzial der Airport-CDM-Standorte München, Frankfurt, Düsseldorf, Berlin, Stuttgart und Hamburg dar.

Die enthaltenen KPI dienen der permanenten Kontrolle des Airport-CDM-Prozesses und beziehen sich in der Regel auf Teilprozesse bzw. -größen.

Die KPI ermöglichen, den Nutzen von Airport CDM zu messen, nachzuweisen und zu steuern. Sie sind Grundlage eines lokalen Berichtswesens zu Airport CDM. KPI zu Airport CDM basieren auf dem EUROCONTROL Airport CDM Implementation Manual, den Erfahrungen der einzelnen Airport-CDM-Standorte in Deutschland sowie lokalen oder zukünftigen Erfordernissen.

Der Bericht soll einen Gesamtüberblick über die Kennzahlenentwicklung an den Airport-CDM-Standorten geben sowie als Entscheidungsgrundlage für notwendigen Anpassungs- bzw. Steuerungsbedarf des Airport-CDM-Prozesses dienen.

Der vorliegende Bericht beschreibt die Erfahrungen, Messungen und Ergebnisse des Jahres 2023. Er basiert auf den regelmäßigen Auswertungen und Messungen und die daraus folgenden Ergebnisse beruhen auf den innerhalb der Deutschen Harmonisierungsinitiative *A-CDM Germany* vereinbarten Key-Performance-Indikatoren zu Airport CDM.

Zusammenfassung der Ergebnisse und Entwicklungen

Nach dem Ende der Corona-Pandemie setzte sich der Trend ansteigender Verkehrszahlen an den deutschen A-CDM Flughäfen im Jahr 2023 unvermindert fort. Insbesondere die „Nachholeffekte“ beim Reisen führten dazu, dass in der ersten Jahreshälfte teilweise hohe Zuwachsraten von 20% im Vergleich zu den Vorjahresmonaten zu verzeichnen waren. Der Anstieg des Verkehrszuwachs flachte im Verlauf der Sommerflugplansaison tendenziell ab, was darauf zurückzuführen war, dass der Nachholbedarf bereits in den Vergleichsmonaten des Vorjahres zu entsprechend großen Zuwachsraten geführt hatte. Trotz der positiven Entwicklung lagen die Verkehrszahlen an allen deutschen Flughäfen noch deutlich unter dem Niveau des Jahres 2019. Auch war der Verkehrszuwachs in Deutschland insgesamt geringer als in anderen europäischen Staaten, wo an einigen Flughäfen die Verkehrsmengen des Jahres 2019 bereits 2023 erreicht wurden.

Nach dem Jahr 2022 hat auch das Jahr 2023 an den meisten Flughäfen gezeigt, dass die Verkehrsnachfrage und die für den Turnaround benötigten Ressourcen in einem ausgeglichenen Verhältnis zueinanderstehen müssen, um eine hohe Qualität der TOBT-Prognose als Grundlage für die Zielzeitenberechnung sowie für die Planbarkeit und Stabilität der verbundenen Prozesse erreichen und vorhandene Ressourcen bestmöglich nutzen zu können. Die Wirkung von Maßnahmen, die an allen Flughäfen zur Stabilisierung der Prozesse angestoßen und umgesetzt wurden, ist in einigen Kennzahlen bereits erkennbar. Jedoch haben die betrieblichen Rahmenbedingungen und die Prozessqualitäten noch nicht das Niveau von 2019 erreicht.

Auch wurde deutlich, dass der Anstieg der Verkehrszahlen in Gesamteuropa und die damit verbundene Zunahme der Netzwerkeinflüsse in Form hoher Regulierungsmengen und weiterer Zunahme der CTOT-Volatilität die Planbarkeit des Turnaround-Prozesses sowie die rechtzeitige und genaue Aktualisierung von TOBTs weiterhin beeinträchtigt und die Wirkung eingeleiteter Maßnahmen an den Flughäfen in den Verkehrsspitzen reduziert haben.

Diese Zusammenhänge haben an einigen Flughäfen dazu geführt, dass der positive Effekt von A-CDM auf die Planbarkeit und die Stabilität der Prozesse insbesondere in Verkehrsspitzen noch nicht das Niveau der verkehrsreichsten Monate vor der Corona-Pandemie erreicht haben.

Das lokale Berichtswesen und das Performance Monitoring des A-CDM-Prozesses trägt an den Standorten dazu bei, dass diese Zusammenhänge erkannt werden. Somit konnten gezielt Projekte gestartet werden, die darauf abzielen, die Planbarkeit des Turnaround-Prozesses sukzessive weiter zu verbessern (z.B. durch weitere Aufstockung von Ressourcen, Monitoring des Turnarounds einzelner Flüge und Nutzung digitaler Technologien für mehr Transparenz), um somit perspektivisch die Voraussetzung für eine hinreichend gute Qualität der TOBT und der A-CDM-Zielzeiten schaffen zu können.

2 Initiative zur Harmonisierung von Airport CDM in Deutschland *A-CDM Germany*

2.1 Europäisches Airport-CDM-Konzept

Airport Collaborative Decision Making (A-CDM) ist der operationelle Ansatz (Idee/Konzept/Prozess) zur Abwicklung eines optimalen Umdrehprozesses (Turn Round) am Flughafen. A-CDM umfasst den Zeitraum EOBT -3 h bis Take-Off und ist ein durchgehender Prozess von der Flugplanung (ATC-Flugplan) über Landung und Umdrehprozess am Boden bis zum Start.

Durch den Austausch voraussichtlicher Ankunft- und Abflugzeiten zwischen dem A-CDM-Airport und dem Network Management Operations Centre (NMOC) ergibt sich die Möglichkeit, Flughäfen stärker in das europäische ATM-Netzwerk einzubinden.

Airport CDM verbessert die operationelle Zusammenarbeit der Partner:

- Flughafengesellschaft
- Fluggesellschaften
- Abfertigungsgesellschaften (Handling Agencies)
- Bodenabfertigungsgesellschaften (Ground Handling Agencies)
- Flugsicherung
- European Air Traffic Flow Management (NMOC)

Airport CDM in Deutschland basiert auf dem European Airport-CDM-Gedanken, der gemeinschaftlichen Spezifikation („Community Specification") zu Airport CDM sowie der Initiative „Deutsche Harmonisierung von Airport CDM", *A-CDM Germany*.

Die Ziele von Airport CDM sind die bestmögliche Ausnutzung vorhandener Kapazitäten sowie betrieblicher Ressourcen an Flughäfen und im europäischen Luftraum durch hohe Zielzeitenqualität und Effizienzsteigerung in den einzelnen Schritten des Umdrehprozesses.

2.2 Deutsche Initiative zur Harmonisierung von Airport CDM

Im Rahmen des europäischen Airport CDM bildet die gemeinschaftliche Spezifikation EN 303212 eine erste Grundlage. Die Entwicklungen von Airport CDM in Deutschland zeigen jedoch einen darüberhinausgehenden Bedarf an Harmonisierung, welcher durch die Spezifikation nicht oder nicht in ausreichender Detailtiefe abgedeckt ist.
Die Airport CDM Partner haben diesen Bedarf erkannt und die Deutsche Initiative zur Harmonisierung von Airport CDM, *A-CDM Germany*, gegründet. Die Zusammenarbeit wurde im Rahmen eines Letters of Intent von den Partnern vereinbart.

Partner sind:

- Deutsche Flugsicherung (DFS)
- Flughafen München (FMG)
- Flughafen Frankfurt (Fraport)
- Flughafen Berlin (FBB)
- Flughafen Düsseldorf (FDG)
- Flughafen Stuttgart (FSG)
- Flughafen Hamburg (FHG)
- Flughafen Leipzig/Halle (FLHG)

Der Flughafen Leipzig/Halle hat ein Airport-CDM-Projekt gestartet und ist deswegen bereits Mitglied von *A-CDM Germany*, die Implementierung ist jedoch noch nicht erfolgt. Daher wird Leipzig/Halle in den folgenden Kapiteln nicht abgebildet.

Die Ziele der Initiative zur Harmonisierung von Airport CDM in Deutschland sind unter anderem:

- Informationsaustausch und "Best Practices" zwischen den verschiedenen A-CDM-Flughäfen
- Gemeinsames Verständnis von Airport CDM in Deutschland und einheitliches Auftreten gegenüber internationalen Partnern (Eurocontrol, EU, ICAO, IATA)
- Harmonisierung im Interesse der Partner und Kunden ("one face to the customer")
- Harmonisierte Weiterentwicklung von Airport-CDM im Rahmen der EU-Verordnung 2021/116
- Die deutschen „Best Practices" sollen zur weiteren Vereinheitlichung auch anderen europäischen Projekten und Arbeitsgruppen zu Airport CDM zur Verfügung gestellt werden.

Die Erarbeitung und Abstimmung harmonisierter Vorgehensweisen bzw. Dokumentationen finden in Arbeitsgruppen und regelmäßigen Harmonisierungstreffen statt.

3 Ziel und Zweck des Berichts

Das Dokument zeigt die KPI zu Airport CDM, die übergreifend an allen A-CDM-Flughäfen in Deutschland vergleichbar sind. Zum Zwecke dieses Berichts wurden die dafür geeigneten KPI durch eine Arbeitsgruppe mit Vertretern aller A-CDM-Flughäfen und der DFS ausgewählt sowie notwendige Datengrundlagen und Berechnungsvorschriften definiert.

Der vorliegende Bericht soll weder lokale KPI noch ein damit verbundenes Berichtswesen ersetzen, sondern vielmehr ergänzen. Lokale KPI-Konzepte bzw. -Berichtswesen können durchaus andere bzw. zusätzliche Messungen vorsehen. Lokal können auch unterschiedliche Messkriterien für gleiche KPI verwendet werden.

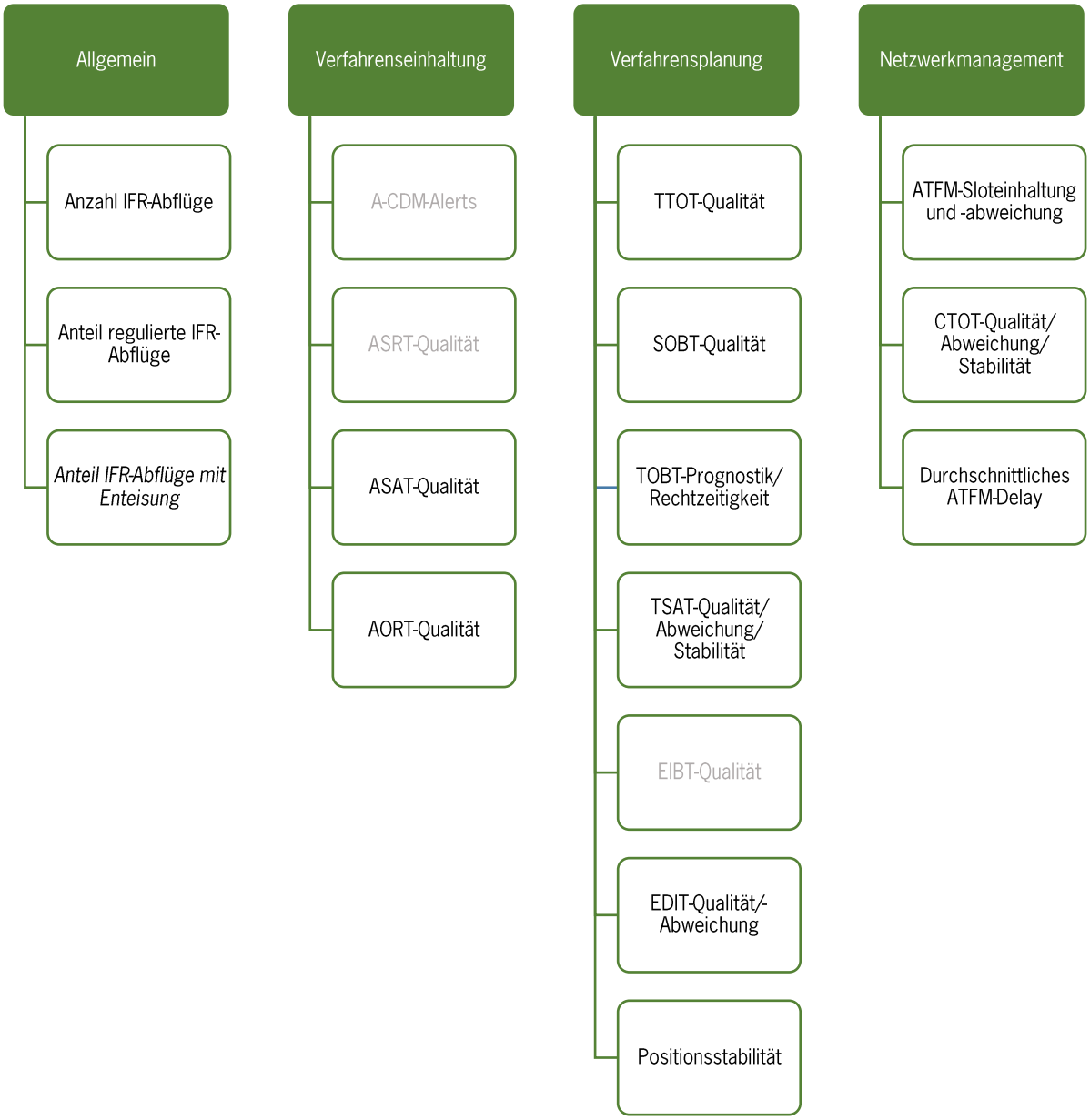
Die im vorliegenden Dokument enthaltenen KPI bieten den A-CDM-Flughäfen auf Basis eines gemeinsamen Berichtswesens die Möglichkeit, Veränderungen und Entwicklungen aufzuzeigen, Verbesserungspotenzial zu erkennen und harmonisierte A-CDM-Teilprozesse weiterzuentwickeln.

Nähere Details zum A-CDM-Verfahren und dessen Prozessen an den einzelnen Flughäfen werden in den gültigen Verfahrensdokumenten und Veröffentlichungen zu A-CDM beschrieben.

4 Resultate

Um mit A-CDM den erwarteten betrieblichen Nutzen und Netzwerkeffekte erreichen zu können, sind qualitativ hochwertige Zielzeiten sowie eine hohe Verfahrenseinhaltung notwendig. Es wurden daher an allen Flughäfen verfügbare Kennzahlen für folgende Gruppen ausgewählt:

- Allgemeine Verkehrszahlen
- Verfahrenseinhaltung der A-CDM-Partner
- Grundlagen der Verfahrensplanung
- Verknüpfung zum Netzwerkmanagement



Die hellgrau eingefärbten KPIs sind aktuell noch nicht im Bericht enthalten, da sie noch nicht an allen deutschen A-CDM-Flughäfen erhoben werden können. Sobald dies möglich ist, werden sie in die Veröffentlichung aufgenommen.

4.1 Allgemein

4.1.1 Anzahl IFR-Abflüge

Beschreibung
Anzahl der IFR-Abflüge im Kalenderjahr sowie im Vorjahr und im Jahr 2019 als Referenzwert

Ziel
Darstellung der Verkehrsmenge

Diagramme

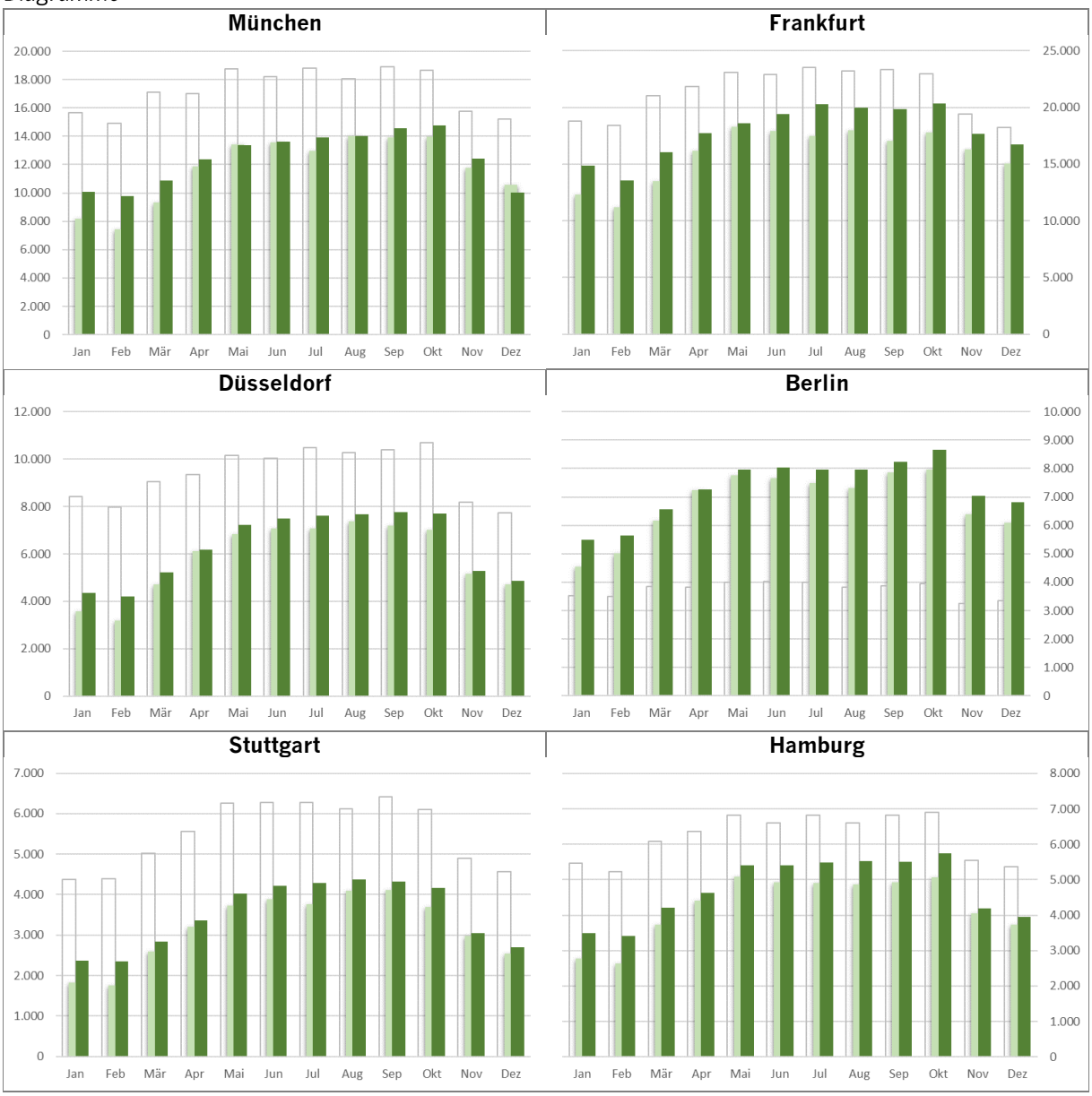


Abb. 1: Anzahl der IFR-Abflüge, im Vorjahr (hellgrün) sowie 2019 (weiß)

Fazit

Der Verkehrsanteil der sechs deutschen A-CDM-Flughäfen an den Gesamtabflügen in Deutschland lag im Jahr 2023 bei 72,1% und damit deutlich höher als im Vorjahr.

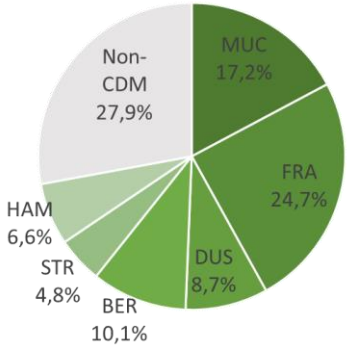


Abb. 2: Anteil der A-CDM-Flughäfen am Gesamtabflugaufkommen in Deutschland

Nach dem Ende der Corona-Pandemie setzte sich der Trend ansteigender Verkehrszahlen an den deutschen A-CDM Flughäfen unvermindert fort. Insbesondere die „Nachholeffekte“ beim Reisen führten dazu, dass in der ersten Jahreshälfte teilweise hohe Zuwachsraten von 20% im Vergleich zu den Vorjahresmonaten zu verzeichnen waren. Der Anstieg des Verkehrszuwachs flachte im Verlauf der Sommerflugplansaison tendenziell ab, was darauf zurückzuführen war, dass der Nachholbedarf bereits in den Vergleichsmonaten des Vorjahres zu entsprechend großen Zuwachsraten geführt hatte. Trotz der positiven Entwicklung lagen die Verkehrszahlen an allen deutschen Flughäfen noch deutlich unter dem Niveau im Vergleich zu vor der Pandemie. Auch war der Verkehrszuwachs in Deutschland geringer als in anderen europäischen Staaten, wo an einigen Flughäfen die Verkehrsmengen des Jahres 2019 bereits 2023 erreicht wurden.

4.1.2 Anteil regulierter IFR-Abflüge

Beschreibung
Prozentualer Anteil der IFR-Abflüge mit ATFM-Slot (CTOT)

Ziel
Darstellung der monatlichen Entwicklung des Anteils der IFR-Abflüge, die einer Verkehrsflusssteuerungsmaßnahme durch NMOC unterliegen

Diagramme

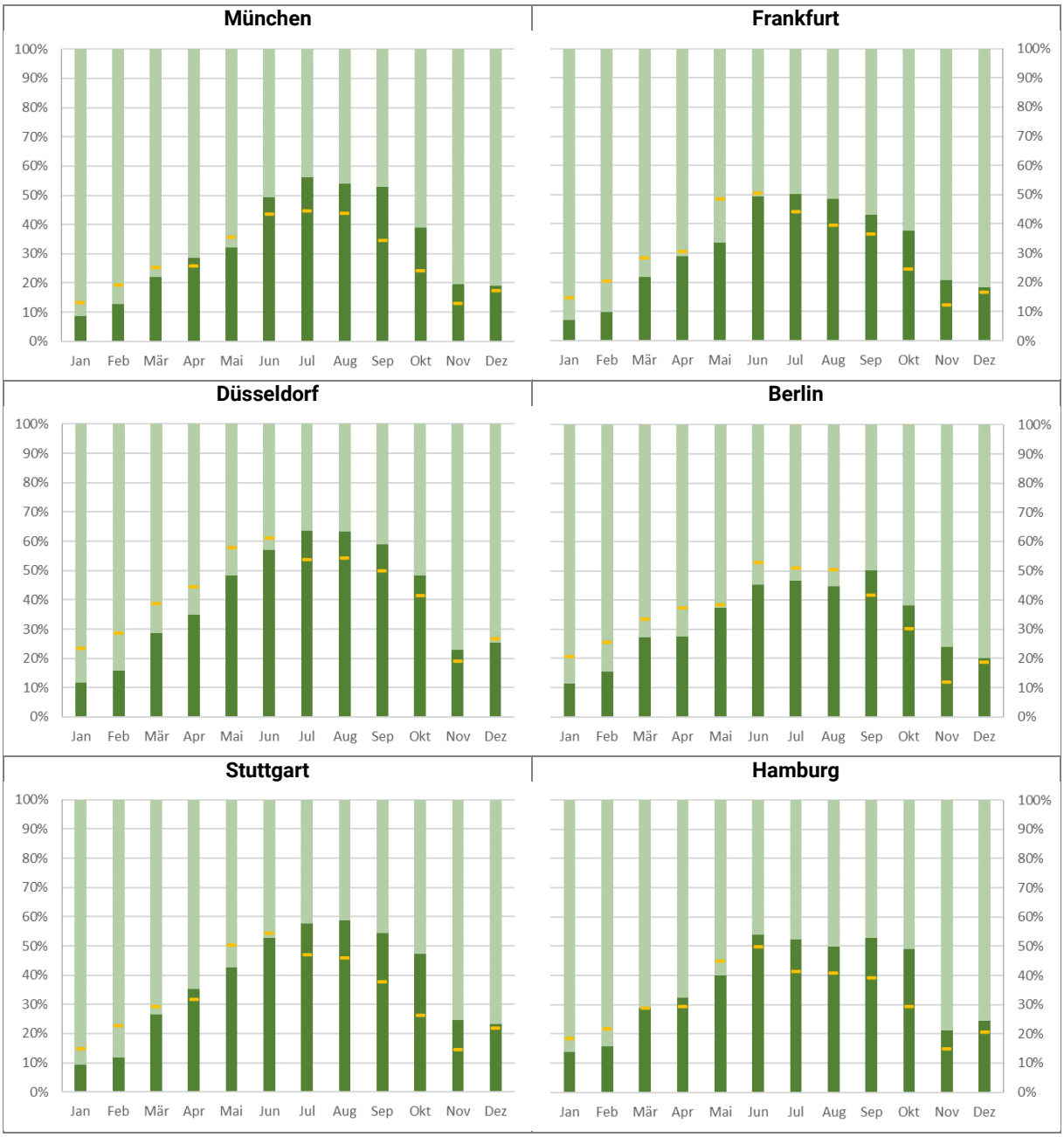


Abb. 3: Verhältnis unregulierter (hellgrün) zu regulierten (dunkelgrün) IFR-Abflügen und Anteil regulierter Flüge 2019 (gelb)

Fazit

Obwohl die Verkehrsmengen in Europa im Jahr 2023 noch nicht vollständig das Niveau des Jahre 2019 erreicht haben, waren die Anteile regulierter Flüge (CTOT) insbesondere in den Sommermonaten signifikant höher als im Jahr 2019 vor der Pandemie. Ebenso lagen das ATFM-Delay und somit auch die Verspätungen der regulierten Flüge deutlich über dem Niveau der verkehrsreichsten Jahre vor der Pandemie. Ursachen dafür waren anhaltende Ressourcenengpässe bei den Flugsicherungsdienstleistern und an den Flughäfen sowie die Luftraumeinschränkungen durch den andauernden Krieg zwischen Russland und der Ukraine, durch den Lufträume mit zusätzlichen um das Konfliktgebiet geleiteten Verkehrsströmen belastet werden.

Die hohen Regulierungsmengen führten im Zusammenhang mit der im Vergleich zu vor der Pandemie höheren Volatilität der CTOT-Updates (s. Abschnitt 4.4.2) dazu, dass die durch die angespannte Ressourcensituation bedingten Probleme an den Flughäfen durch die dort eingeleiteten Maßnahmen (z.B. mehr Abfertigungspersonal) kaum abgemildert werden konnten. Wie auch im Vorjahr kam wieder zum Tragen, dass das ATFM-Delay von Flügen zu längeren Bindungszeiten für einen Teil des knappen Abfertigungspersonals führte, was dann bei anderen Flügen ungeplant fehlte und deren Abfertigung verzögerte.

4.1.3 Anteil IFR-Abflüge mit Luftfahrzeug-Enteisung

Beschreibung
Prozentualer Anteil an Abflügen, deren Umdrehprozess durch Enteisung verlängert wurde

Ziel
Dieser KPI soll als Zusatzinformation für die Einordnung der weiteren Kennzahlen (z.B. TSAT-Qualität) dienen.

Diagramme

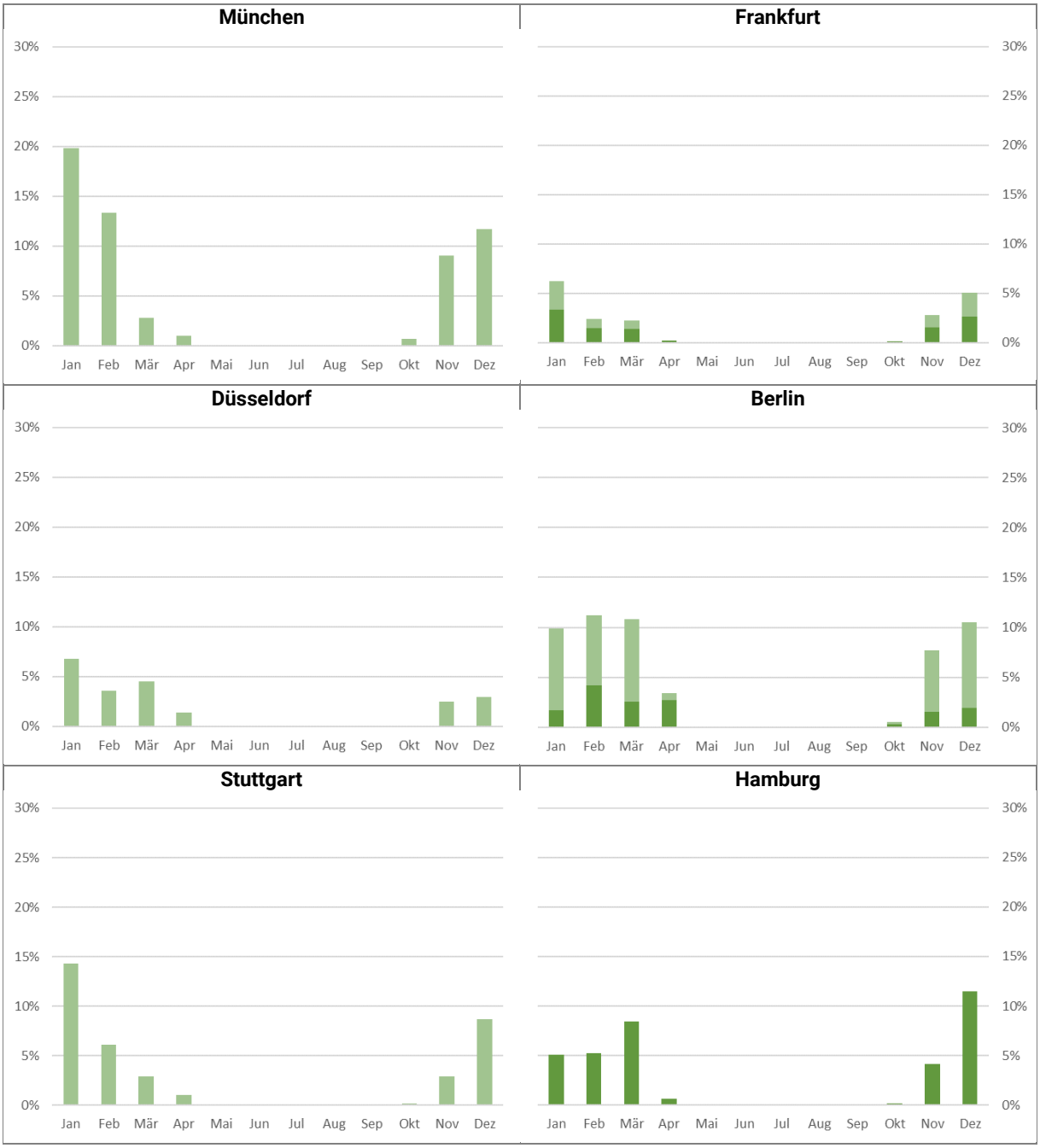


Abb. 4: Anteil der IFR-Abflüge mit Lfz-Enteisung an der Parkposition (dunkelgrün) und remote (hellgrün)

An den meisten Flughäfen wird Enteisung nur remote, d.h. auf designierten Enteisungsflächen, durchgeführt. In diesem Fall findet die Enteisung nach TSAT statt. Bei Positionsenteisung werden die Flüge an ihrer Parkposition enteist, so dass die Enteisung nach TOBT, aber vor TSAT stattfindet. Der geplante Enteisungsbeginn und die geplante Enteisungsdauer werden in der TSAT-Berechnung berücksichtigt.

4.2 Verfahrenseinhaltung

4.2.1 ASAT-Qualität

Beschreibung
Prozentualer Anteil der IFR-Abflüge, die innerhalb des Fensters TSAT ±5 min eine Anlasserlaubnis per Funk (ASAT) erhalten haben

Ziel
Messung der Verfahrenseinhaltung der Flugverkehrskontrolle (Tower)

Diagramme

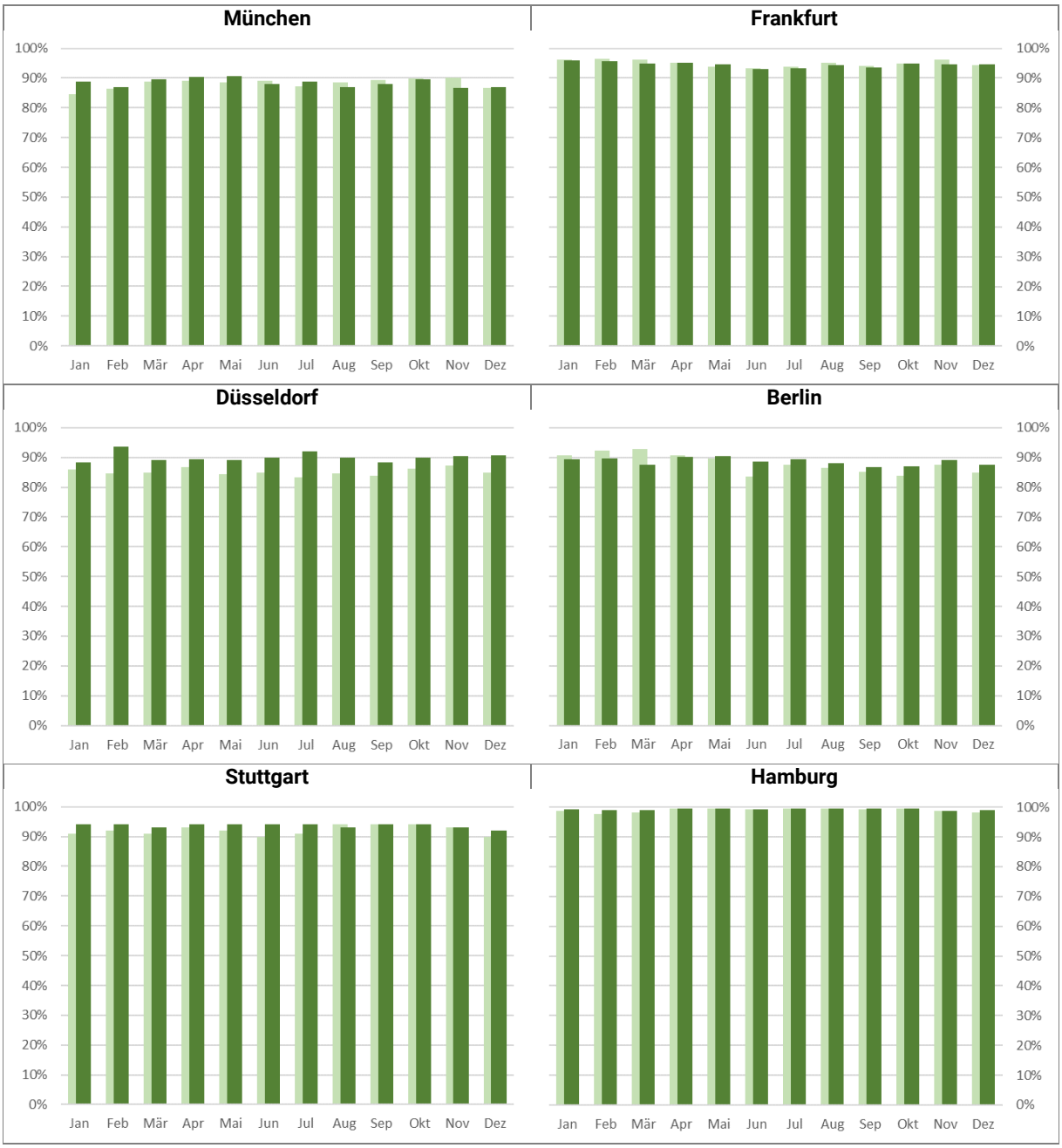


Abb. 5: Anteil der IFR-Abflüge mit Anlasserlaubnis per Funk innerhalb TSAT ± 5 min im Vergleich zum Vorjahr (hellgrün)

Fazit

Nach niedrigerer ASAT-Qualität in den Vorjahren hat sich auch am Flughafen Düsseldorf wieder das an den anderen Flughäfen übliche Niveau von ca. 90% und höher etabliert. Am Flughafen München ist die ASAT-Qualität in den Wintermonaten marginal schlechter als an den anderen Flughäfen, da dort bei hoher Nachfrage nach Remote-Lfz-Enteisung tendenziell mehr Abflüge als empfohlen angelassen werden, um maximale Effizienz bei der Nutzung der Enteisungsressourcen zu erreichen.

4.2.2 AORT-Qualität

Beschreibung
Prozentualer Anteil der IFR-Abflüge, die innerhalb des Fensters ASAT+5 min (Start-Up via Funk) oder TSAT±5 min (Start-Up via DCL) eine Off-Block-Freigabe (Bezugsgröße AORT) angefragt haben

Ziel
Messung der Verfahrenseinhaltung im Cockpit

Diagramme

Abb. 6: Anteil der IFR-Abflüge mit verfahrenstreuer AORT (grün) im Vergleich zum Vorjahr (grau), Funkverfahren dunkler gefärbt, DCL-Verfahren heller

Fazit

Die hier erkennbare AORT-Qualität ist nur für den jeweils letzten Off-Block-Request eines Fluges dargestellt. Abgelehnte Off-Block-Requests, zum Beispiel bei Überschreiten der Zeittoleranz nach ASAT, werden nicht ausgewiesen.

An den Flughäfen Frankfurt, Düsseldorf und teilweise auch Stuttgart ist erkennbar, dass die AORT-Qualität bei Nutzung des Funkverfahrens höher ist als bei Nutzung des DCL-Verfahrens. DCL-Freigaben werden häufig schon vor Ende der Abfertigung eingeholt, so dass dadurch unter Umständen die Einhaltung des TSAT-Fensters weniger zuverlässig erfolgt. Bei Funk wird hingegen meist erst nach Ende der Abfertigung für die Anlasserlaubnis gerufen, so dass dann folglich der Off-Block-Request zügiger erfolgt. Bei Funk werden zu früh gestellte Anlassanfragen vom Tower in der Regel zurückgewiesen, so dass die Wahrscheinlichkeit eines außerhalb des TSAT-Fensters gestellten Off-Block-Requests geringer ist.

4.3 Verfahrensplanung

4.3.1 TTOT-Qualität

Beschreibung
Zeitlicher Verlauf des Unterschieds zwischen jeweils geltender E/TOBT + jeweils geltende EXOT zur ATOT (in Minuten), in 5-Minuten-Intervallen ab ATOT - 120 min.

Ziel
Messung der an den Network Manager gemeldeten TTOT-Qualität mit bestimmtem Zeitvorlauf vor ATOT für unregulierte Flüge.

Diagramme

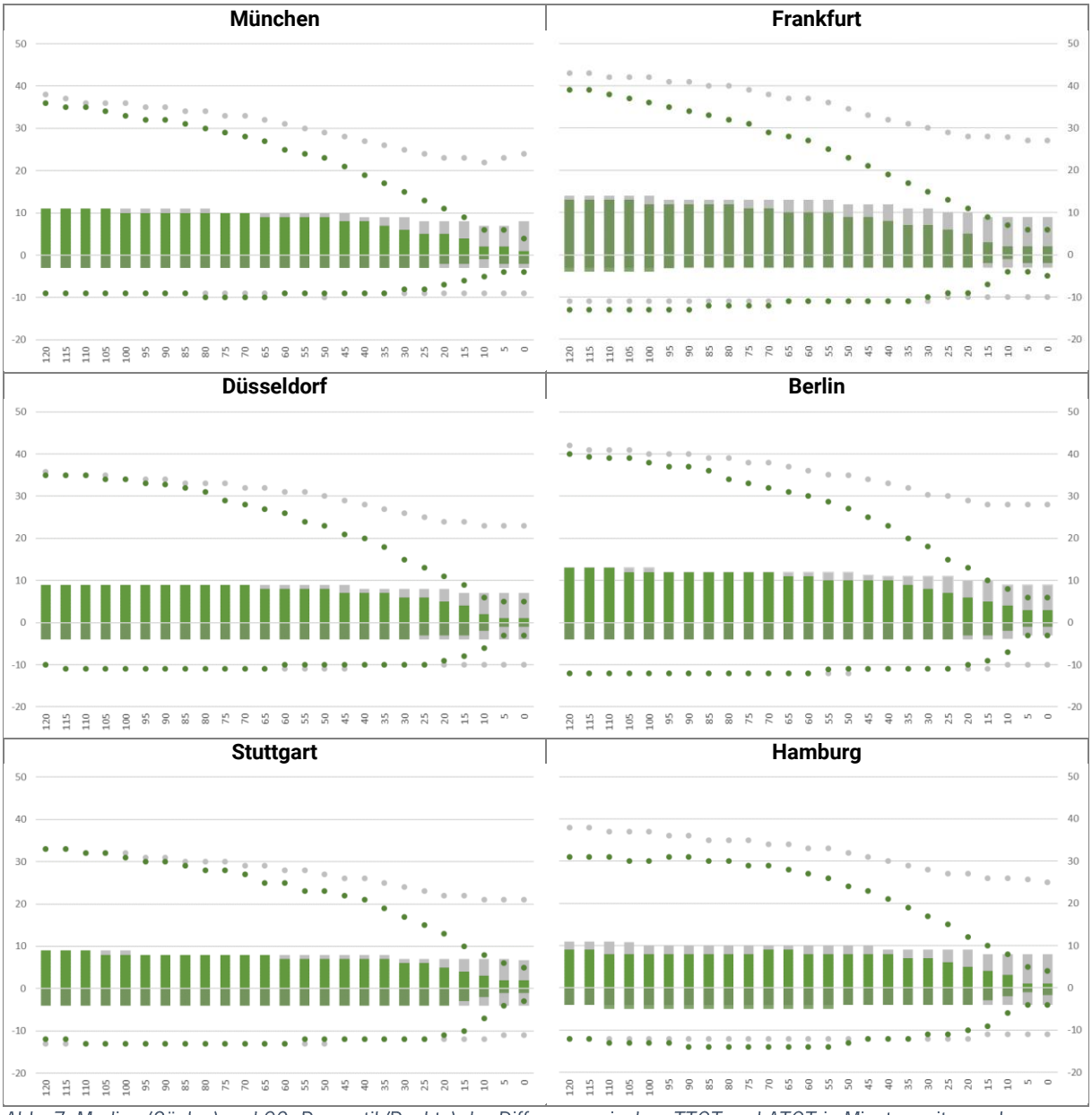


Abb. 7: Median (Säulen) und 90. Perzentil (Punkte) der Differenz zwischen TTOT und ATOT in Minuten mit gegebenem zeitlichem Vorlauf in Minuten vor ATOT, getrennt nach Flügen mit E/TTOT < ATOT (positive Y-Werte) und E/TTOT > ATOT (negative Y-Werte). ETOT in grau, TTOT in grün.

Fazit

Grundsätzlich existiert für jeden Flug eine Take-Off-Zeitvorhersage auf Basis der EOBT des ATC-Flugplanes (ETOT). Bei A-CDM-Flughäfen gibt es zusätzlich eine Vorhersage auf Basis der lokal gepflegten TOBT und der vorhandenen Abflugkapazität (TTOT). Beide Informationen liegen dem Netzwerkmanager vor. Aus den oberen Darstellungen wird erkennbar, dass die Vorhersagen auf Basis der lokalen A-CDM-Daten eine geringere Abweichung von den tatsächlichen Startzeiten aufweisen als die auf Basis der ATC-Flugplandaten errechneten erwarteten Abflugzeiten. Ab 90 bis 50 Minuten vor Start wird der Qualitätsvorteil der Abflugprognose von A-CDM-Flughäfen deutlich, weil sich TOBT- und TSAT-Prozess ab dann darauf auswirken.
Die Verbesserung der Startzeitenprognose dient zur genaueren Bestimmung der Verkehrslage bei Air Traffic Flow Management und zu einer effizienteren Nutzung der Luftraumkapazität.

4.3.2 SOBT-Qualität

Beschreibung
Prozentualer Anteil der Flüge, bei denen die erste im ATC-Flugplan angegebene EOBT gleich der beim Flughafenkoordinator hinterlegten SOBT ist

Ziel
Messung der Differenz der saisonalen Planung gegenüber der Planung am Ereignistag.

Diagramme

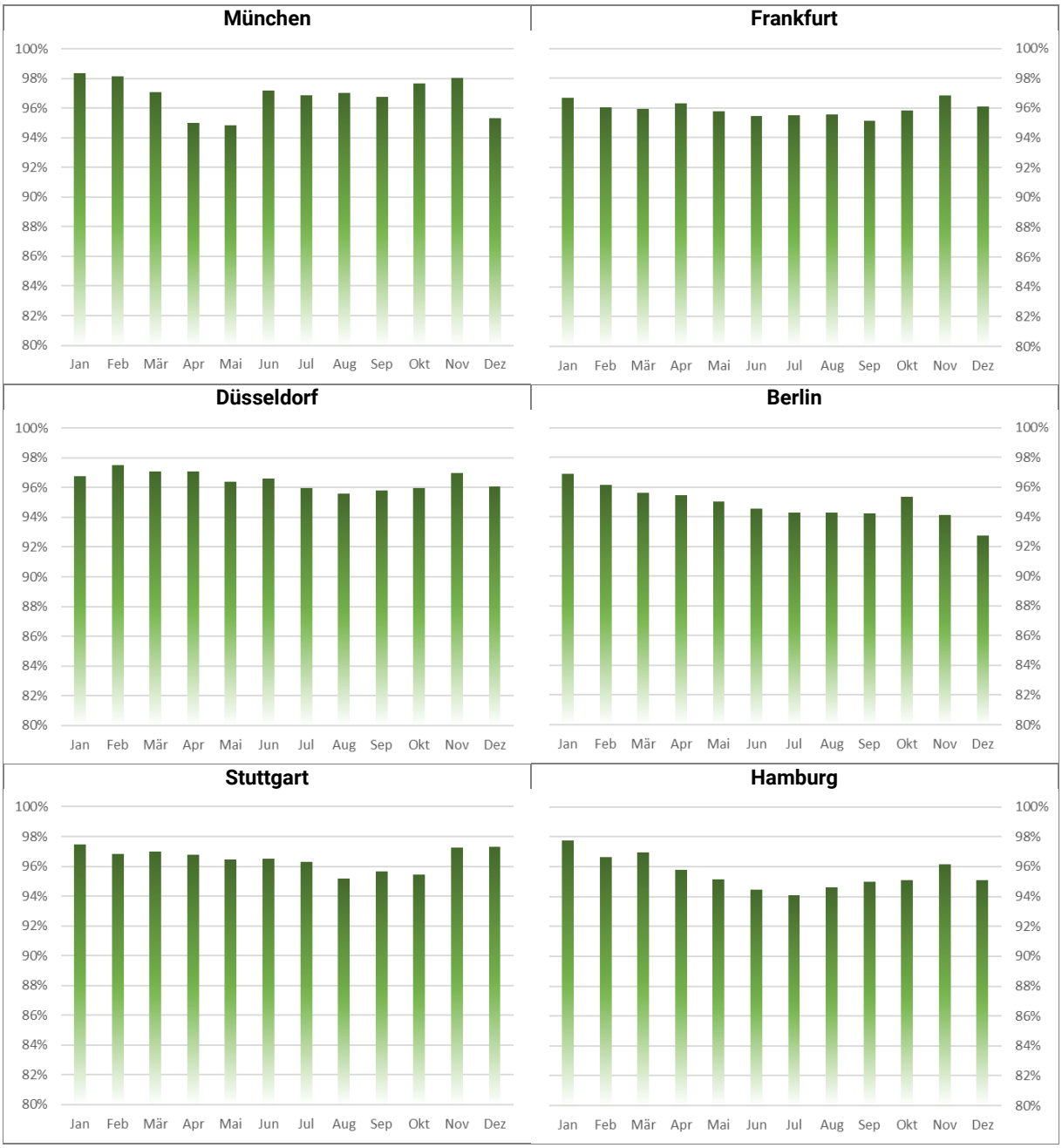


Abb. 8: Monatlicher Anteil der IFR-Abflüge, bei denen erste EOBT = SOBT

Fazit

Eine hohe SOBT-Qualität zeigt die Verlässlichkeit der strategischen Planungsprozesse (saisonale Planungen) bezogen auf die tatsächliche Flugabsicht auf. Gravierende Abweichungen zwischen Flugplanung und Slotkoordination werden durch das Slot Performance Monitoring des Flughafenkoordinators Deutschland analysiert und verfolgt.

4.3.3 TOBT-Prognostik und -Rechtzeitigkeit

TOBT-Prognostik

Beschreibung
Differenz aus TOBT und ihrer Eingabezeit. Dabei ist ein Score von 100% erreicht, wenn die Differenz mindestens 10 Minuten beträgt. Bei geringerer Differenz nimmt der Score linear ab und erreicht bei 5 Minuten Differenz und weniger 0%.

Ziel
Bewertung des Weitblicks bei der Durchführung von TOBT-Updates

Diagramme

Abb. 9: Durchschnittlicher Prognostik-Score aller TOBT-Updates pro Monat im Vergleich zum Vorjahresmonat (hellgrün) und zu 2019 (weiß mit grauem Rand)

TOBT-Rechtzeitigkeit

Beschreibung
Differenz aus bisheriger TOBT und Eingabezeit einer neuen TOBT. Dabei ist ein Score von 100% erreicht, wenn die Differenz mindestens 10 Minuten beträgt. Bei geringerer Differenz nimmt der Score linear ab und erreicht bei 5 Minuten Differenz und weniger 0%.

Ziel
Bewertung der Rechtzeitigkeit von TOBT-Updates

Diagramme

Abb. 10: Durchschnittlicher Rechtzeitigkeits-Score aller TOBT-Updates pro Monat im Vergleich zum Vorjahresmonat (hellgrün) und zu 2019 (weiß mit grauem Rand)

Fazit

An den größeren Flughäfen München, Frankfurt und Berlin sind im Vergleich zu 2022 positive Entwicklungen der TOBT-Rechtzeitigkeit in den stärker ausgelasteten Sommermonaten zu verzeichnen. Dieser Trend kann auf Maßnahmen zur Stabilisierung der Sommerspitze zurückgeführt werden, die auf eine bessere Planbarkeit des Turnaround Prozesses abzielten (z.B. Personalaufstockung, Kommunikation, Einführung der Ground Coordination in MUC, Einführung des Turnaround Management in FRA).

Insgesamt wurde das Verbesserungspotential dieser Maßnahmen und die erwünschten Effekte durch die Zunahme von Regulierungen und die damit verbundenen CTOT-Updates abgeschwächt. Weil ein Teil des Abfertigungspersonals an einigen Standorten bis zur AOBT an einem Flug gebunden ist, steht es für andere Abfertigungen nicht zur Verfügung. Wenn sich CTOT und damit TSAT und der geplante Off-Block-Zeitpunkt eines Fluges häufig ändern, wird die Planung dieser Personalressourcen für die nächsten Einsätze immer wieder verworfen. Dadurch wird die Planung der TOBT auch für andere Flüge grundsätzlich erschwert, was durch die Maßnahmen zur Stabilisierung der Prozesse nicht vollständig ausgeglichen werden konnte.

Am Flughafen Hamburg wurde die im Jahr 2022 erreichte Steigerung der TOBT-Rechtzeitigkeit auch 2023 bestätigt. Dies liegt an den zum Jahresbeginn 2022 eingeführten Aktualisierungen der Auto-TOBT bis Actual In-Block (AIBT) des Inbounds, sollte bis dahin noch keine TOBT des TOBT-Verantwortlichen vorliegen. Diese frühen TOBT-Updates beeinflussten die Rechtzeitigkeit weiterhin positiv.

4.3.4 TSAT-Qualität, -Abweichung und -Stabilität

TSAT-Qualität

Beschreibung
Prozentualer Anteil der TSAT-Zeiten, die der letzten TOBT entsprechen

Ziel
Prozentuale Einhaltung der Planung am Ereignistag gegenüber der tatsächlichen Betriebsabwicklung

Diagramme

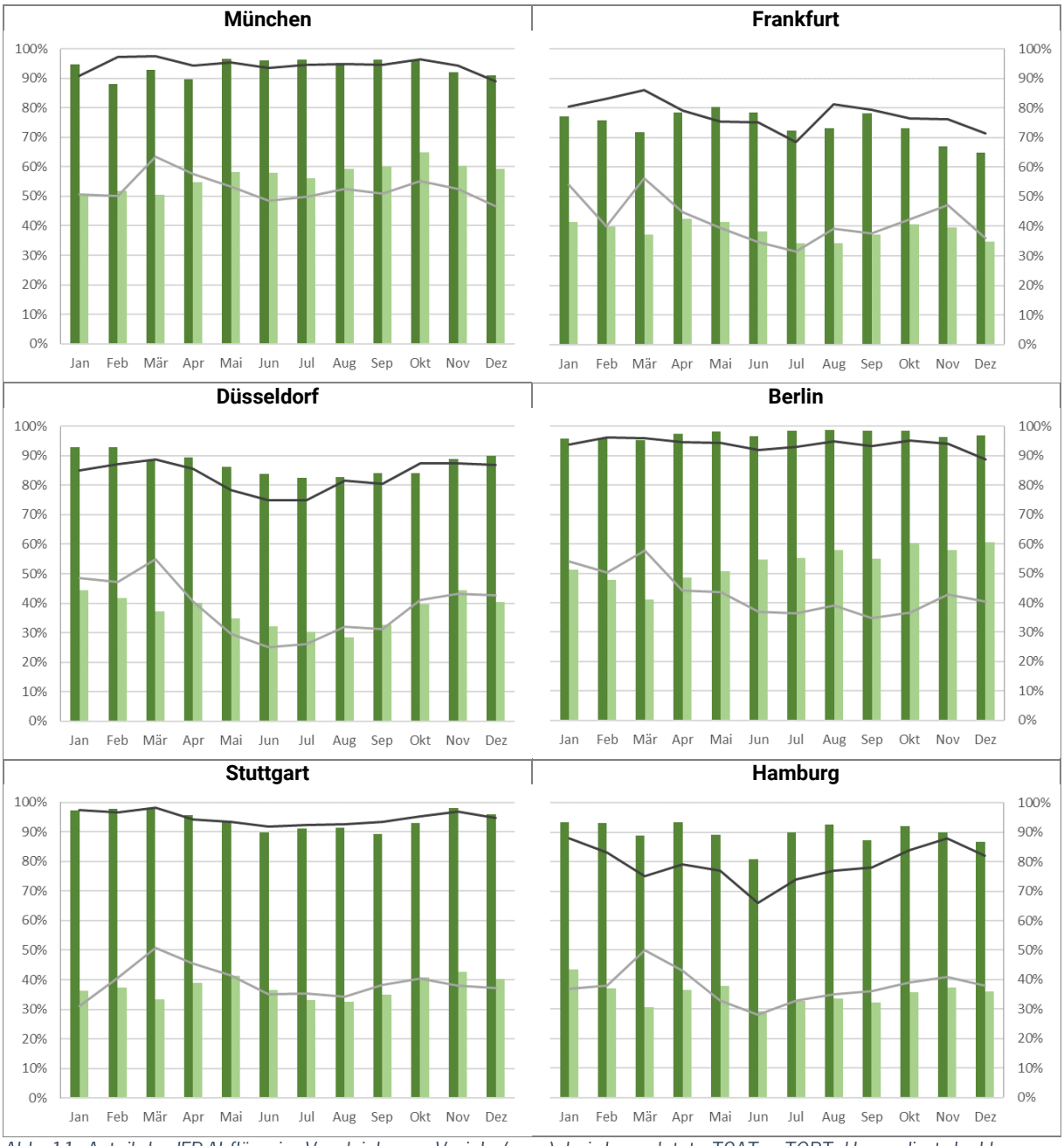


Abb. 11: Anteil der IFR-Abflüge im Vergleich zum Vorjahr (grau), bei denen letzte TSAT = TOBT. Unreguliert dunkler gefärbt, reguliert heller.

TSAT-Abweichung

Beschreibung
Monatliche mittlere Abweichung TOBT vs. letzte TSAT in Minuten

Ziel
Mittlere Abweichung der Planung am Ereignistag gegenüber der tatsächlichen Betriebsabwicklung

Diagramme

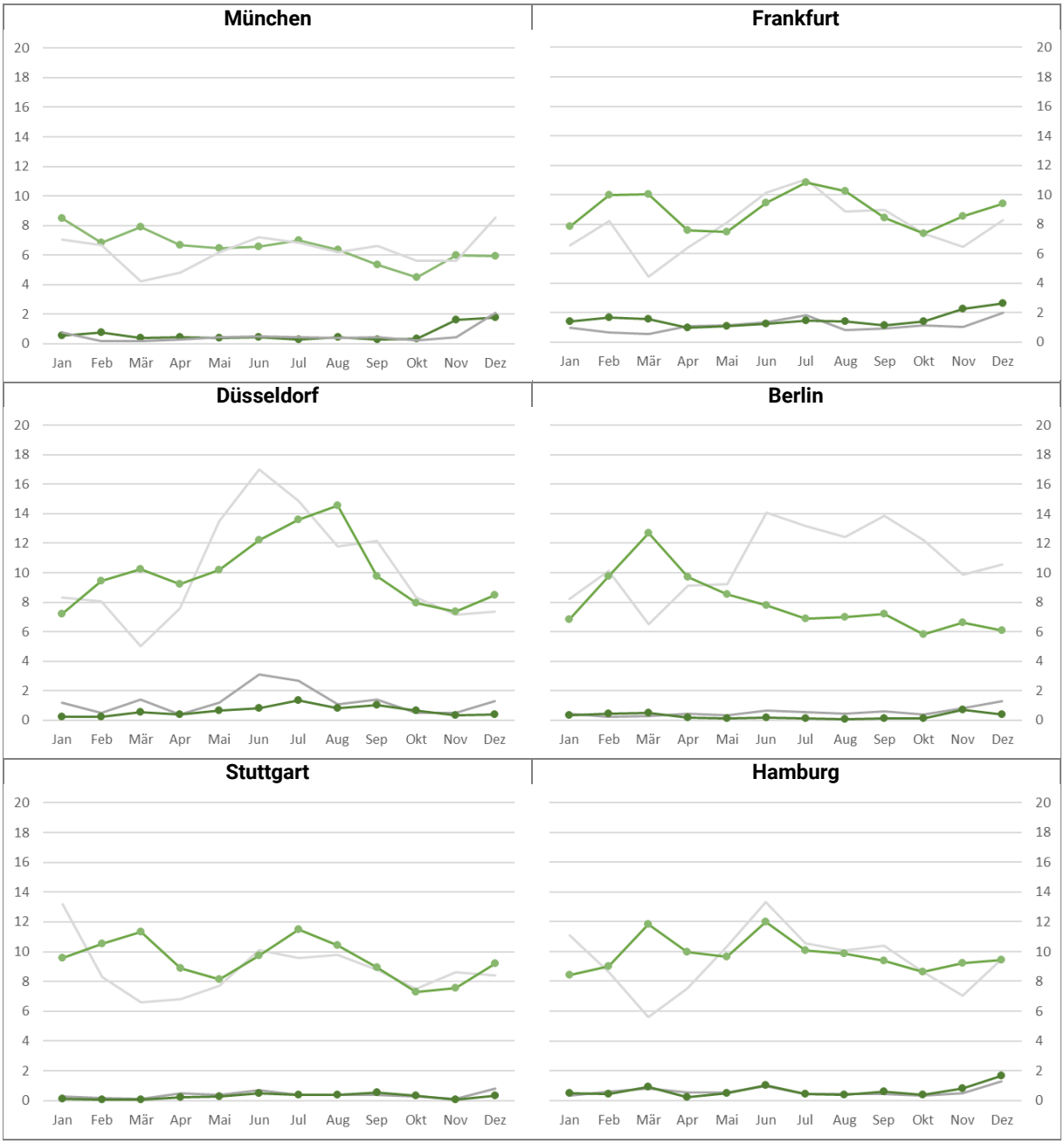


Abb. 12: Mittlere Abweichung letzte TSAT zu TOBT in Minuten im Vergleich zum Vorjahr (grau). Unreguliert dunkler schattiert, reguliert heller

TSAT-Stabilität

Beschreibung
Anzahl der TSAT-Änderungen ab Veröffentlichungszeitpunkt (TOBT – 40 min) für unregulierte und regulierte Flüge

Ziel
Messung der TSAT-Stabilität

Diagramme

Abb. 13: Durchschnittliche Anzahl TSAT-Änderungen pro reguliertem (hellgrün) und unreguliertem (dunkelgrün) Flug und Monat ohne erste TSAT, inklusive Löschungen

Fazit

Bei unregulierten Flügen zeigt eine niedrige TSAT-Qualität, dass lokale Kapazitätseinschränkungen Verzögerungen verursacht haben. Bei regulierten Flügen richtet sich die TSAT grundsätzlich nach der CTOT und korreliert daher eher mit dem ATFM-Delay.

Am Flughafen Frankfurt treten erkennbare TSAT-Delays ganzjährig und an den Flughäfen Düsseldorf und Hamburg während der Sommersaison auch bei unregulierten Flügen auf, jedoch in geringem Umfang. In Düsseldorf liegen die Zeiten des erlaubten Zweibahnbetriebs nicht immer in den nachfragestärksten Verkehrsphasen des jeweiligen Tages, in Hamburg ist die Pistenkapazität je nach nutzbarer Betriebsrichtung teilweise recht gering.

Grundsätzlich hatten regulierte Flüge wegen der zahlreichen CTOT-Updates eine geringere TSAT-Stabilität als unregulierte. An den hoch ausgelasteten Flughäfen fällt jedoch auf, dass die TSAT-Stabilität auch bei unregulierten Flügen geringer wurde und es zu mehr Updates kam. Dies liegt darin begründet, dass CTOT-Updates die Pre-Departure-Sequenz allgemein destabilisieren, wenn Abflugintervalle durch hohe Nachfrage komplett gefüllt sind.

4.3.5 EDIT-Qualität und -Abweichung

EDIT-Qualität

Beschreibung
Prozentualer Anteil IFR-Abflüge mit Positions- oder Remoteenteisung mit EDIT innerhalb ADIT ±3 min

Ziel
Kontrolle der Genauigkeit der Standard-Enteisungsdauer als Eingabeparameter für A-CDM

Diagramme

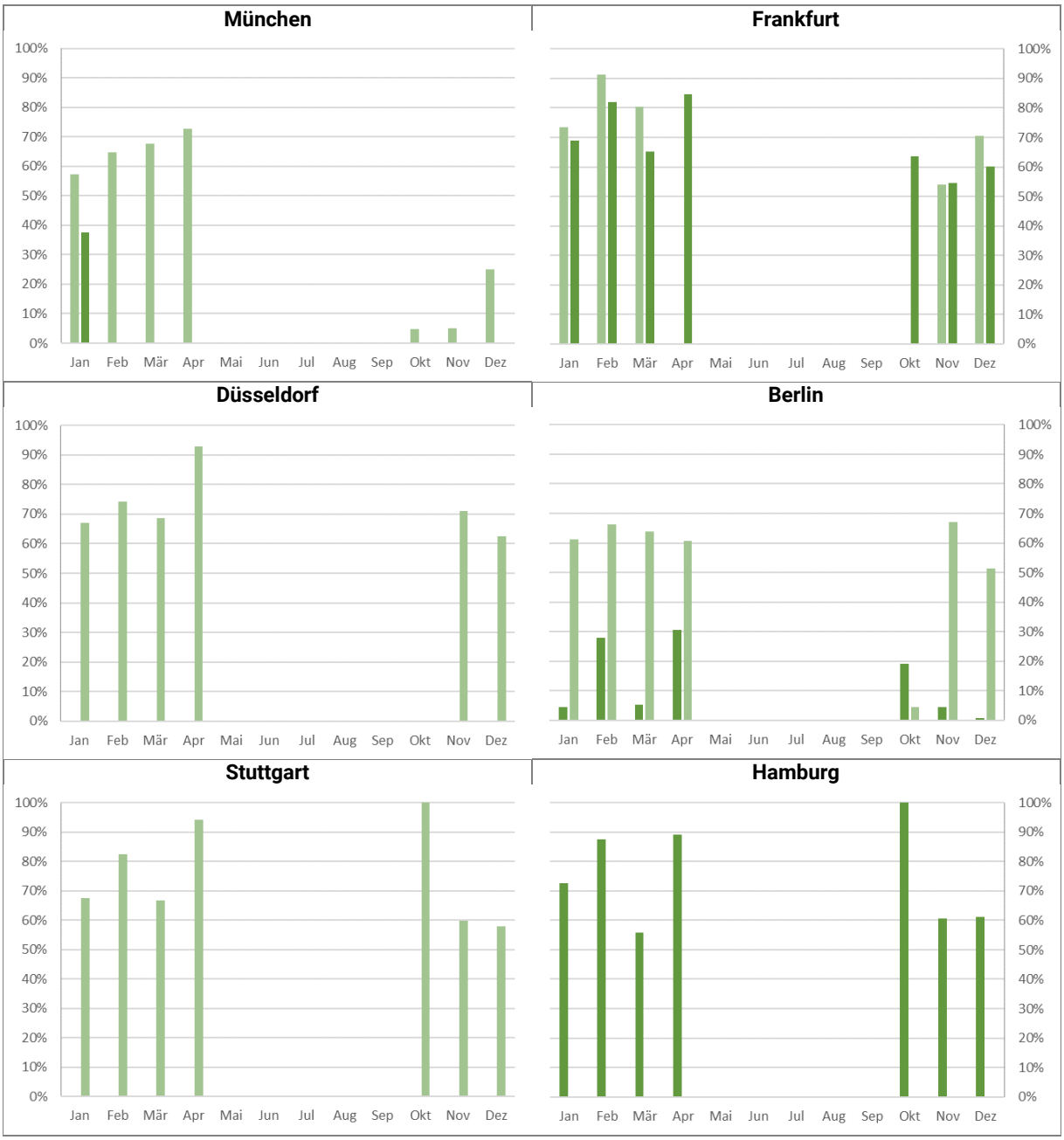


Abb. 14: Anteil der Flüge mit Positions- (dunkelgrün) und Remoteenteisung (hellgrün), bei denen EDIT = ADIT±3 min

EDIT-Abweichung

Beschreibung
Monatliche mittlere Abweichung zwischen ADIT und EDIT in Minuten bei IFR-Abflügen mit Positions- oder Remoteenteisung

Ziel
Kontrolle der Genauigkeit der Standard-Deicing-Dauer als Eingabeparameter für A-CDM

Diagramme

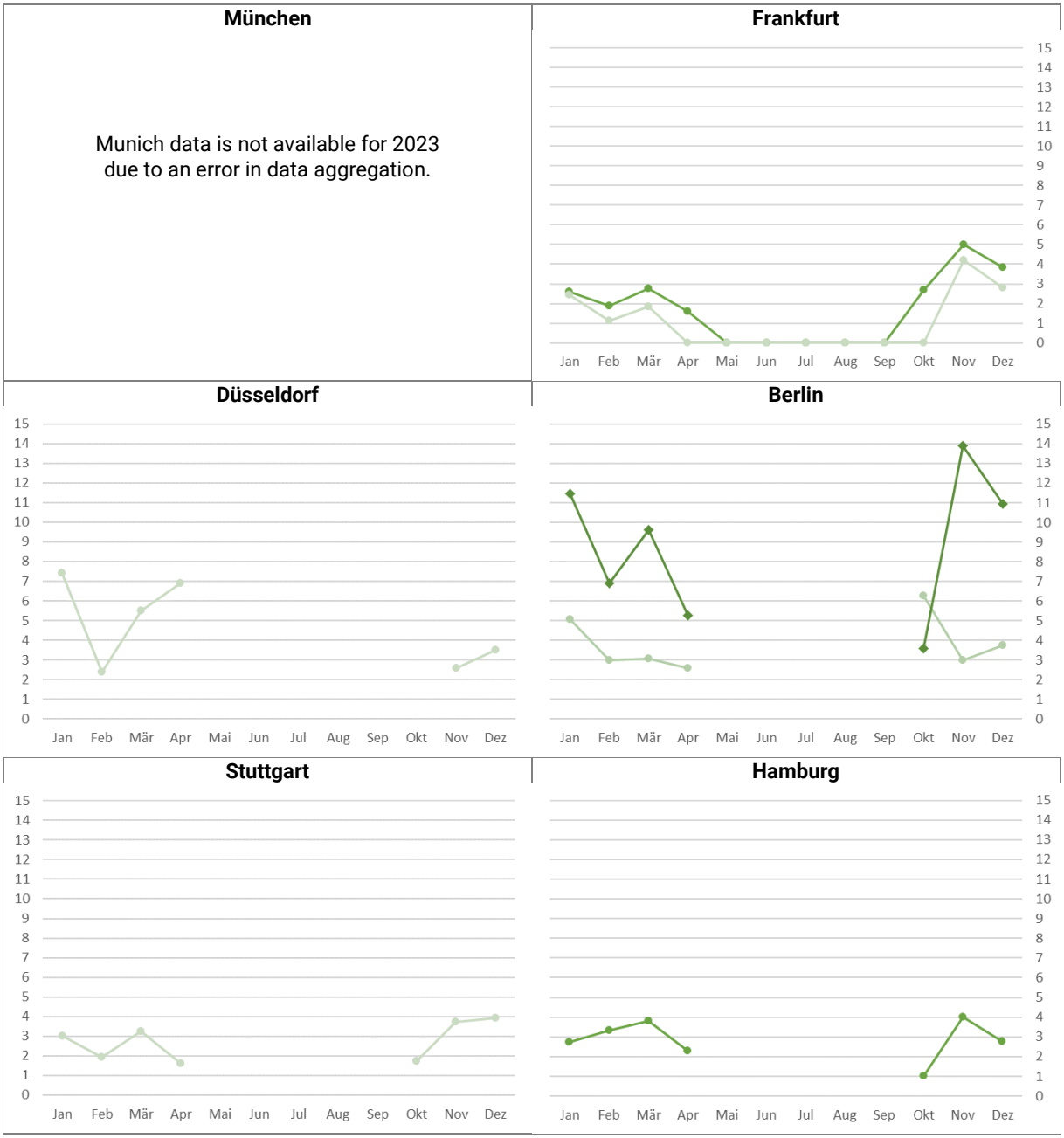


Abb. 15: Mittlere Abweichung von EDIT und ADIT in Minuten bei Positions- (dunkelgrün) und Remoteenteisung (hellgrün)

Fazit
Die EDIT-Qualität für Remote-Enteisung ist allgemein höher, da der Enteisungsvorgang störungsfreier und damit auch planbarer ist. Bei Positionsenteisung beeinflusst die Lage der jeweiligen Parkposition sowie deren Umgebung den Enteisungsvorgang stark.

4.3.6 Positionsstabilität

Beschreibung
Prozentualer Anteil von IFR-Anflügen, für die keine Positionsänderungen im Zeitraum ALDT-10 min bis AIBT vorgenommen werden mussten

Ziel
Messung der Anzahl kurzfristiger Positionsänderungen am Flughafen bezogen auf ELDT und ALDT. Kontrolle der Planungsgenauigkeit für die Positionierung.

Diagramme

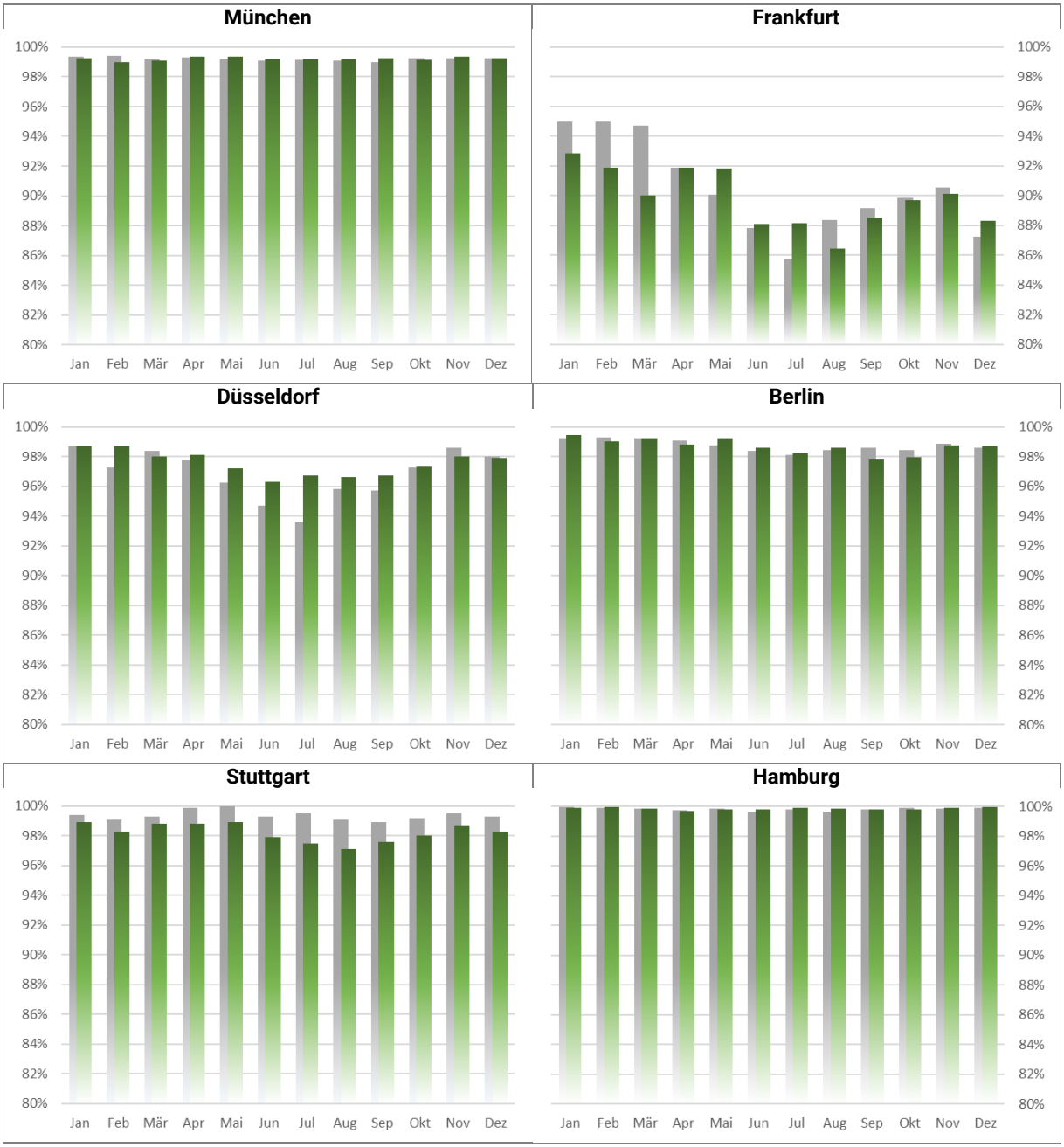


Abb. 16: Anteil der Flüge, bei denen keine kurzfristige Positionsänderung notwendig war, im Vergleich zum Vorjahresmonat (grau)

Fazit

Am hoch ausgelasteten Flughafen Frankfurt zeigte sich während der Sommermonate der bereits im Vergleichszeitraum des Vorjahres beobachtete Effekt der instabilen Bodenabfertigungsprozesse auch an der Positionsstabilität. Die Schwierigkeiten durch die hohe CTOT-Volatilität und die limitierten Positions- und Gate-Ressourcen führten dazu, dass die Gate- und Positionsplanung zeitweise nicht mehr zuverlässig einschätzen konnte, ab wann Parkpositionen tatsächlich frei gemacht werden, sodass mehr Landungen kurzfristig umpositioniert werden mussten. Dieser Effekt war wegen Wartezeiten auf Enteisung nun auch am Jahresanfang sichtbar.

Am Flughafen Düsseldorf konnte während der Sommermonate die Positionsstabilität im Vergleich zum Vorjahr gesteigert werden.

Die erkennbaren Abweichungen am Flughafen Stuttgart sind auf einen Berechnungsfehler bei den Werten des Jahres 2022 zurückzuführen.

4.4 Netzwerkmanagement

4.4.1 ATFM-Sloteinhaltung und -Slotabweichung

ATFM-Sloteinhaltung

Beschreibung
Prozentualer Anteil der Flüge, die das von NM vorgegebene STW einhalten oder nicht einhalten

Ziel
Messung der Verfahrenseinhaltung bei der Abwicklung regulierter Flüge, d.h. Flüge mit ATOT innerhalb des STW (Slot Tolerance Window, i.d.R. -5/+10 min, kann allerdings in Ausnahmefällen größer sein).
Zur besseren Identifikation der Verteilung von ATOT zu CTOT sind zwei Hilfsmessungen eingeführt. Bei „Early"-Flügen liegt die ATOT vor Beginn des STWs, bei „Late"-Flügen hinter dem Ende.

Diagramme

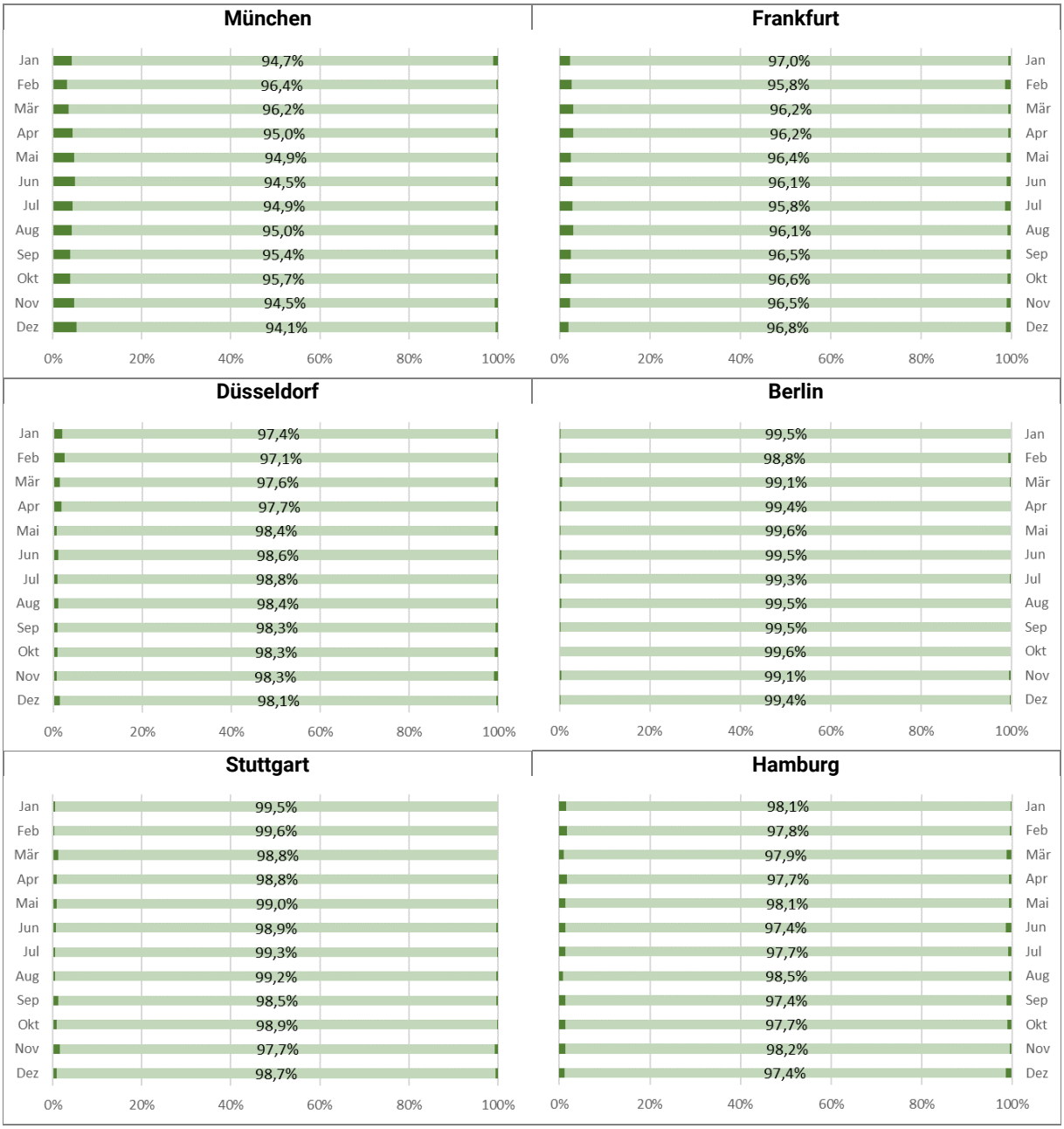


Abb. 17: Anteil Flüge mit ATOT vor (dunkelgrün links), innerhalb (hellgrün) und nach (dunkelgrün rechts) dem STW

ATFM-Slotabweichung

Beschreibung
Durchschnittliche Abweichung vom durch NM vorgegebenen STW in Minuten

Ziel
Messung der Größe der Slotabweichungen bei regulierten Flügen. Hier werden bei Flügen, deren ATOT außerhalb des Slot Tolerance Windows lag, die Abweichungen vom STW in Minuten gemessen. Bei „Early"-Flügen liegt die ATOT vor Beginn des STWs, bei „Late"-Flügen hinter dem Ende.

Diagramme

Abb. 18: Mittlere Abweichung von ATOT und STW in Minuten für zu frühe (hellgrün) und zu späte (dunkelgrün) Abflüge

Fazit

Trotz eines höheren Anteils regulierter Flüge als im Jahr 2019 erreichten alle Flughäfen im Jahr 2023, wie zuvor auch im Jahr 2022, eine signifikant bessere Sloteinhaltung. Dies dürfte darin begründet liegen, dass die Gesamt-Verkehrsnachfrage weiterhin niedriger als 2019 war, sodass es lokal an den Flughäfen zu weniger Behinderungen auf den Rollstrecken kam, die die Sloteinhaltung hätten verschlechtern können.

An den Flughafen München und Berlin ist in den Wintermonaten Januar (MUC) und November (BER) erkennbar, dass es vereinzelt zu Schwierigkeiten bei der Vorhersage der Enteisungszeiten kam, sodass einige Flüge außerhalb ihres Slot Tolerance Windows gestartet sind. Ähnliche Effekte, die in Frankfurt in den Monaten Juni und September aufgetreten sind, können auf verstärkte Gewitteraktivitäten zurückgeführt werden.

Am Flughafen München ist darüber hinaus erkennbar, dass der Großteil der Flüge mit Slot-Nichteinhaltung zu früh abfliegt, jedoch nicht deutlich zu früh, wie der Indikator der Slotabweichung zeigt. Dies liegt daran, dass regulierte Flüge dort zum Zeitpunkt CTOT - 5 Minuten an der Startbahn eingeplant werden und dadurch die Wahrscheinlichkeit steigt, dass sie etwas vor Beginn des Slot Tolerance Windows abfliegen.

Auffällig erscheint außerdem, dass die durchschnittliche ATFM-Slotabweichung bei im Vergleich zur CTOT zu früh gestarteten Abflügen an den Flughäfen Berlin, Stuttgart und Hamburg in einigen Monaten deutlich höher ist. Diese Auffälligkeit wird durch eine niedrige einstellige Zahl von Flügen mit vergleichsweise sehr hohem ATFM-Delay verursacht, bei denen im Vorfeld mehrfach späte TOBT-Updates erkennbar waren. Maßnahmen zur CTOT-Verbesserung wie die Meldung des Ready-Status an den Network Manager waren bei ihnen erfolglos.
Ein Erklärungsansatz könnte sein, dass diese vermutlich ohnehin von Abfertigungsproblemen geplagten Flüge nicht noch weiter verzögert werden sollten und deswegen trotz späterer CTOT angelassen und zum Start freigegeben wurden. An diesen Flügen zeigt sich deutlich, welch große Bedeutung einer verlässlichen TOBT bei ausgelastetem Luftraum als Planungsgrundlage zukommt.

4.4.2 CTOT-Qualität, -Abweichung und -Stabilität

CTOT-Qualität

Beschreibung
Monatlicher prozentualer Anteil der IFR-Abflüge mit CTOT innerhalb der Fenster TTOT+5 min/+15 min/+>15 min zu den Zeitpunkten First CTOT, First TSAT Issue und AOBT

Ziel
Messung der Anpassung der Netzwerk-CTOT an den lokalen A-CDM-Prozess im Zeitverlauf

Diagramme

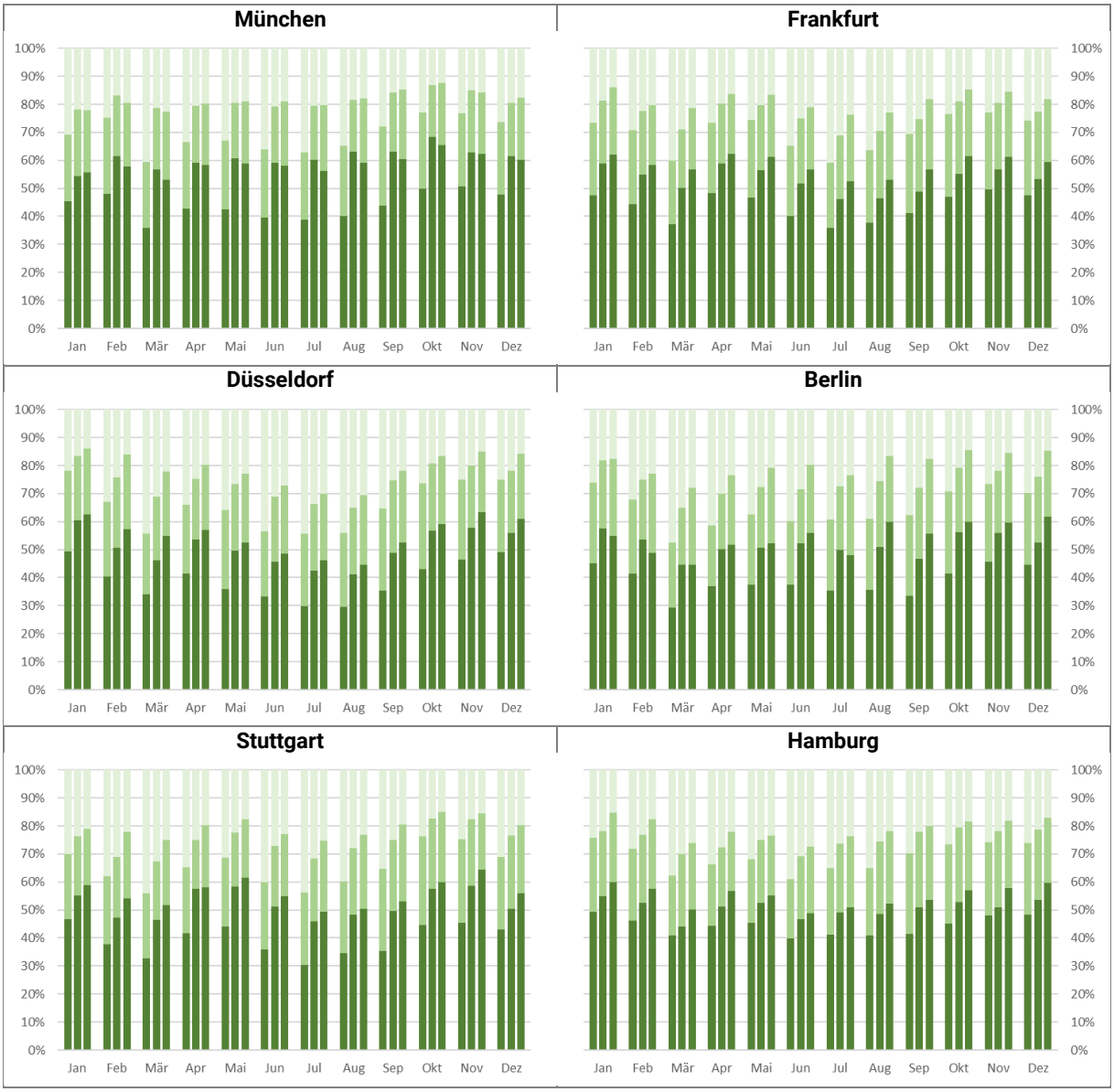


Abb. 19: Anteil der regulierten IFR-Abflüge pro Monat, bei denen die CTOT maximal 5 (dunkelgrün), 15 (mittelgrün) oder mehr als 15 Minuten (hellgrün) hinter der gewünschten TTOT lag. Zeitpunkte First CTOT (links), First TSAT Issue (Mitte), AOBT (rechts).

CTOT-Abweichung

Beschreibung
Monatliche mittlere Abweichung CTOT-TTOT zu den Zeitpunkten First CTOT, First TSAT Issue und AOBT

Ziel
Messung der Anpassung der Netzwerk-CTOT an den lokalen A-CDM-Prozess im Zeitverlauf

Diagramme

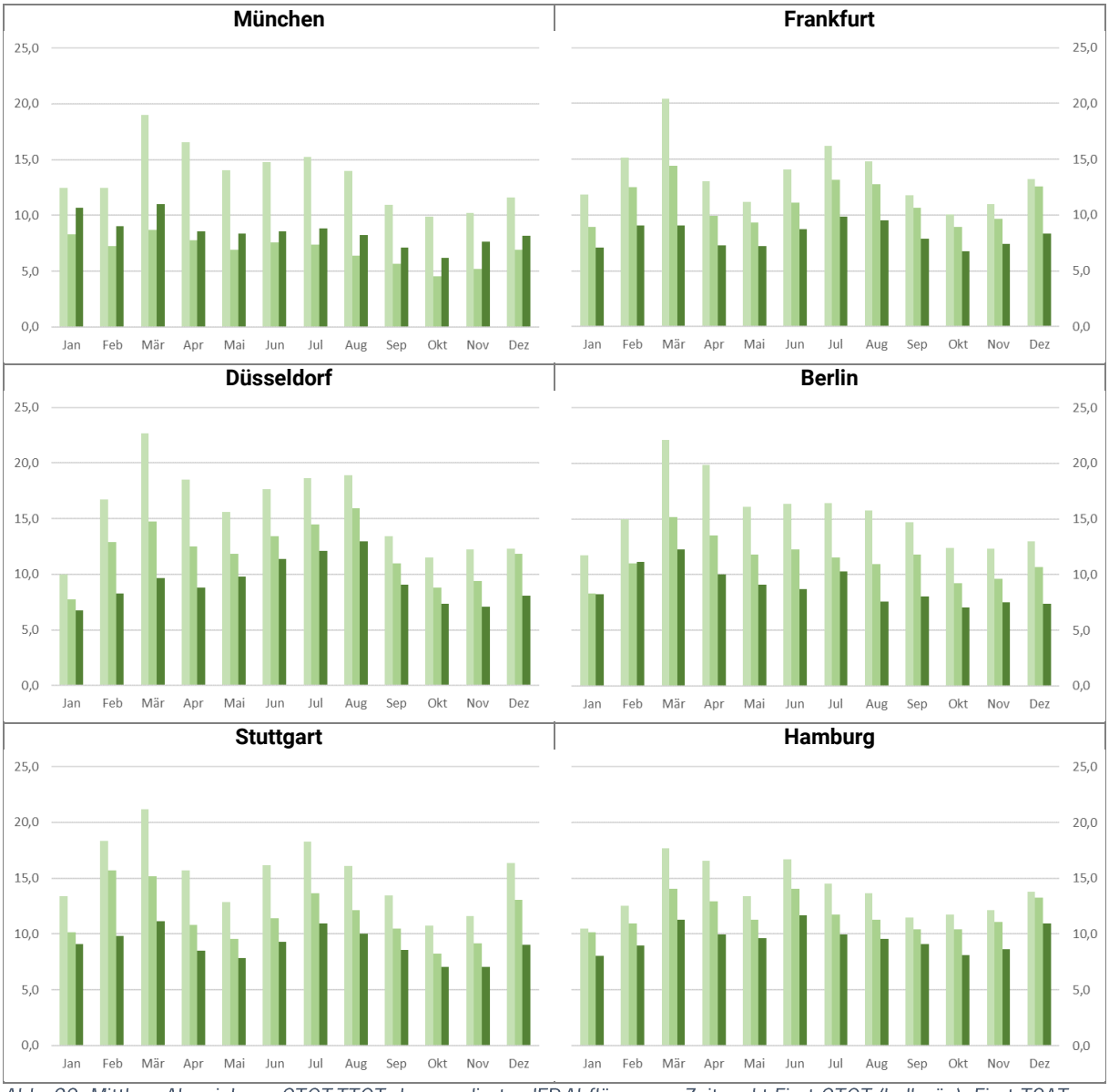


Abb. 20: Mittlere Abweichung CTOT-TTOT der regulierten IFR-Abflüge zum Zeitpunkt First CTOT (hellgrün), First TSAT Issue (mittelgrün) und AOBT (dunkelgrün)

CTOT-Stabilität

Beschreibung
Anzahl der CTOT-Updates je IFR-Abflug mit CTOT

Ziel
Messung der CTOT-Stabilität

Diagramme

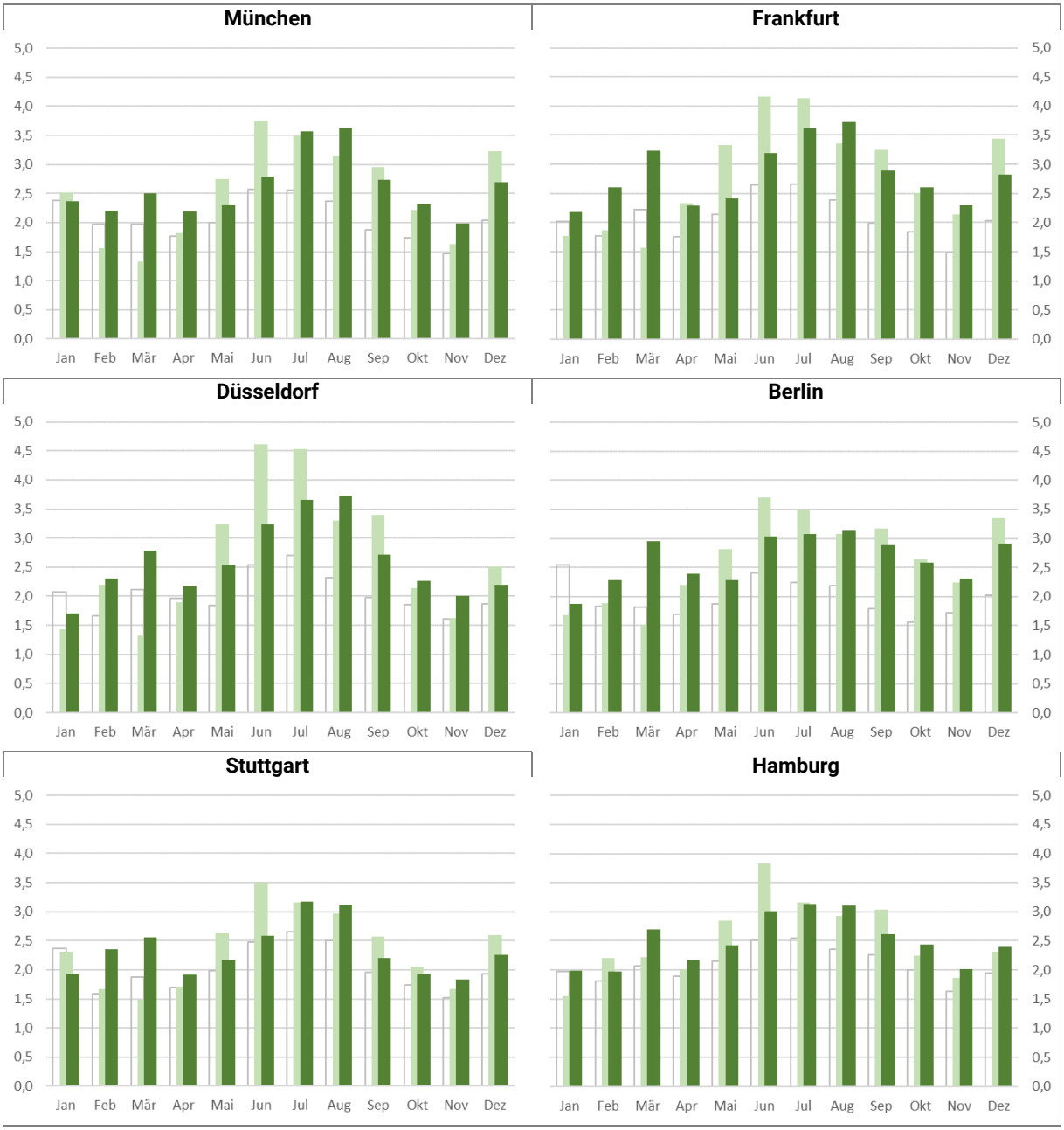


Abb. 21: Durchschnittliche Anzahl der CTOT-Updates (ohne erste CTOT) pro Flug und Monat, Vorjahresmonat in hellgrün, 2019 weiß mit grauem Rand

Fazit

Die Kennzahlen CTOT-Qualität und -abweichung machen deutlich, wie gut die Netzwerk-CTOTs zu den von A-CDM-Flughäfen gemeldeten frühestmöglichen lokalen Abflugzeiten passen. An den meisten Flughäfen ist zu erkennen, dass es während des A-CDM-Prozesses in der Regel zu einer Verbesserung der zugewiesenen CTOTs kommt. Die zuerst zugewiesenen CTOTs weisen häufig ein höheres Delay auf als die darauffolgenden CTOT-Updates, da der Optimierungsalgorithmus des Network Managers über den Zeitverlauf versucht, eine CTOT zu finden, die möglichst gut zur auf Basis der TOBT berechneten Abflugzeit passt. Frühzeitige TOBT-Updates bewirken daher eine höhere Wahrscheinlichkeit, CTOT-Delays so gering wie möglich zu halten.

Lediglich am Flughafen München ist zu erkennen, dass CTOT-Qualität und -Abweichung zum Zeitpunkt AOBT im Vergleich zum Zeitpunkt First TSAT Issue etwas schlechter waren. Dies liegt daran, dass regulierte Flüge dort zum Zeitpunkt CTOT – 5 Minuten an der Startbahn eingeplant werden und somit die TTOT bei AOBT teilweise weiter vor der CTOT liegt als an anderen Flughäfen.

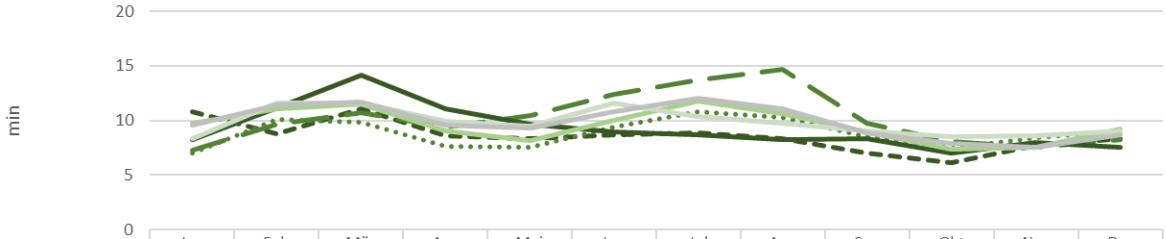
Die CTOT-Stabilität zeigt in den Sommermonaten erneut eine hohe Volatilität im Vergleich mit 2019, wenn auch in den meisten Monaten etwas geringer als im Vorjahr. Volatilitätsreduzierende Maßnahmen des Network Managers haben sich hier ausgewirkt.
Circa 500 Abflüge von den sechs deutschen A-CDM-Flughäfen erhielten 20 CTOT-Updates oder mehr, was die Planungsprozesse am Flughafen erheblich erschwert. Dies hat auch Auswirkungen auf unregulierte Abflüge, wenn wegen der hohen CTOT-Volatilität nicht mehr vorhersehbar ist, wann die bis AOBT an einem Flug gebundenen Abfertigungsressourcen wieder für andere Abfertigungen zur Verfügung stehen.

4.4.3 Durchschnittliches ATFM-Delay

Beschreibung
Durchschnittliches ATFM-Delay pro regulierten Abflug in Minuten

Ziel
Messung des durchschnittlichen ATFM-Delays für regulierte Abflüge

Diagramm



	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
MUC	10,8	8,7	11,1	8,6	8,4	8,6	8,9	8,3	7,0	6,1	7,7	8,3
FRA	7,0	10,1	9,8	7,6	7,6	9,4	10,8	10,3	8,5	7,5	8,4	9,1
DUS	7,2	9,6	10,8	9,4	10,4	12,4	13,7	14,6	9,8	8,0	7,6	8,3
SXF/BER	8,3	11,1	14,2	11,1	9,6	9,0	8,7	8,3	8,4	7,0	8,0	7,5
STR	9,7	11,1	11,5	9,1	8,1	10,0	11,8	10,6	9,0	7,3	7,5	9,2
HAM	8,3	11,6	11,6	9,9	9,5	11,6	10,4	9,7	9,1	8,5	8,6	9,0
Non-CDM	9,5	11,4	11,7	9,5	9,3	10,8	12,0	11,1	8,8	7,9	7,5	8,7

Abb. 22: Durchschnittliches ATFM-Delay pro Flughafen in Minuten

Fazit

Während der Wintersaison kam es insgesamt zu deutlich weniger Regulierungen, sodass die Sommersaison größere statistische Relevanz hat. Mit Ausnahme von Düsseldorf zeigte sich während dieser an den meisten deutschen Airport-CDM-Flughäfen ein geringeres ATFM-Delay pro Flug als an Nicht-CDM-Flughäfen.

5 Ausblick

Nach dem Jahr 2022 hat auch das Jahr 2023 an den meisten Flughäfen gezeigt, dass die Verkehrsnachfrage und die für den Turnaround benötigten Ressourcen in einem ausgeglichenen Verhältnis zueinander stehen müssen, um eine hohe Qualität der TOBT-Prognose als Grundlage für die Zielzeitenberechnung sowie für die Planbarkeit und Stabilität der verbundenen Prozesse erreichen und vorhandene Ressourcen bestmöglich nutzen zu können. Die Wirkung von Maßnahmen, die an allen Flughäfen zur Stabilisierung der Prozesse angestoßen und umgesetzt wurden, ist in einigen Kennzahlen bereits erkennbar. Jedoch haben die betrieblichen Rahmenbedingungen und die Prozessqualitäten noch nicht das Niveau von 2019 erreicht.

Auch wurde deutlich, dass der Anstieg der Verkehrszahlen in Gesamteuropa und die damit verbundene Zunahme der Netzwerkeinflüsse in Form hoher Regulierungsmengen und weiterhin hoher CTOT-Volatilität die Planbarkeit des Turnaround-Prozesses sowie die rechtzeitige und genaue Aktualisierung von TOBTs weiterhin beeinträchtigt und die Wirkung eingeleiteter Maßnahmen an den Flughäfen in den Verkehrsspitzen reduziert haben.

Diese Zusammenhänge haben an einigen Flughäfen dazu geführt, dass der positive Effekt von A-CDM auf die Planbarkeit und die Stabilität der Prozesse insbesondere in Verkehrsspitzen noch nicht das Niveau der verkehrsreichsten Monate vor der Corona-Pandemie erreicht haben.

Das lokale Berichtswesen und das Performance Monitoring des A-CDM-Prozesses trägt an den Standorten dazu bei, dass diese Zusammenhänge erkannt werden. Somit konnten gezielt Projekte gestartet werden, die darauf abzielen, die Planbarkeit des Turnaround-Prozesses sukzessive weiter zu verbessern (z.B. durch weitere Aufstockung von Ressourcen, Monitoring des Turnarounds einzelner Flüge und Nutzung digitaler Technologien für mehr Transparenz), um somit perspektivisch die Voraussetzung für eine hinreichend gute Qualität der TOBT und der A-CDM-Zielzeiten schaffen zu können.

Abkürzungsverzeichnis

	BESCHREIBUNG
ADIT	Actual De-Icing Time
AORT	Actual Off-Block Request Time
ASAT	Actual Start-Up Approval Time
ASRT	Actual Start-Up Request Time
ATC	Air Traffic Control
ATFM	Air Traffic Flow Management
ATM	Air Traffic Management
ATOT	Actual Take-Off Time
CTOT	Calculated Take-Off Time
DCL	Datalink Clearance
EDIT	Estimated De-Icing Time
FPL	ATC Flight Plan
IFR	Instrument Flight Rules
NM	Network Manager
NMOC	Network Manager Operations Centre
SOBT	Scheduled Off-Block Time
STW	Slot Tolerance Window
TOBT	Target Off-Block Time
TSAT	Target Start-Up Approval Time

Quellenverzeichnis

KAPITEL	KPI	QUELLE
4.1.1	Anzahl IFR-Abflüge	NM ATFCM Monthly Summary per Airport
	Anteil A-CDM	DFS
4.1.2	Anteil regulierter IFR-Abflüge	NM ATFCM Monthly Summary per Airport
4.1.3	Anteil IFR-Abflüge mit Luftfahrzeugenteisung	Flughäfen
4.2.1	ASAT-Qualität	Flughäfen
4.2.2	AORT-Qualität	Flughäfen
4.3.1	TTOT-Qualität	DFS
4.3.2	SOBT-Qualität	DFS
4.3.3	TOBT-Prognose und -Rechtzeitigkeit	DFS
4.3.4	TSAT-Qualität, -Abweichung und -Stabilität	DFS
4.3.5	EDIT-Qualität und -Abweichung	Flughäfen
4.3.6	Positionsstabilität	Flughäfen
4.4.1	ATFM-Sloteinhaltung und -Slotabweichung	NM ATFCM Monthly Slot Adherence, NM
4.4.2	CTOT-Qualität, -Abweichung und -Stabilität	DFS
4.4.3	Durchschnittliches ATFM-Delay	NM ATFCM Monthly Summary per Airport