



Änderungsübersicht:

<b>Version</b>	<b>Stand</b>	<b>Bemerkung</b>	<b>Autor/in</b>
0.1	13.06.25	Erstellung / redaktionelle Inhalte	Barboff / Hilger
1.0	24.07.25	Finalversion zur Veröffentlichung	Barboff / Hilger

## Impressum

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

Ansprechpartner: 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:** 4. August 2025

**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 2025

**Inhalt**

<b>1</b>	<b>MANAGEMENT SUMMARY</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>INITIATIVE ZUR HARMONISIERUNG VON AIRPORT CDM IN DEUTSCHLAND A-CDM GERMANY</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>ZIEL UND ZWECK DES BERICHTS</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>RESULTATE</b>	<b>10</b>
<b>4.1</b>	<b>ALLGEMEIN</b>	<b>11</b>
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
<b>4.2</b>	<b>VERFAHRENSINHALTUNG</b>	<b>16</b>
4.2.1	ASAT-QUALITÄT	16
4.2.2	AORT-QUALITÄT	18
<b>4.3</b>	<b>VERFAHRENSPLANUNG</b>	<b>20</b>
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
<b>4.4</b>	<b>NETZWERKMANAGEMENT</b>	<b>35</b>
4.4.1	ATFM-SLOTEINHALTUNG UND -SLOTABWEICHUNG	35
4.4.2	CTOT-QUALITÄT, -ABWEICHUNG UND -STABILITÄT	38
4.4.3	DURCHSCHNITTLICHES ATFM-DELAY	42
<b>5</b>	<b>AUSBLICK</b>	<b>43</b>
	<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS</b>	<b>44</b>
	<b>QUELLENVERZEICHNIS</b>	<b>44</b>

## 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 2024. 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 den hohen Zuwachsraten im Jahr 2023 infolge von Nachholeffekten nach der Corona-Pandemie ist der Verkehrszuwachs an den deutschen Flughäfen im Jahr 2024 deutlich zurückgegangen. Auch wenn insgesamt eine geringe positive Verkehrsentwicklung zu verzeichnen war, lagen die Verkehrszahlen an allen deutschen Flughäfen noch deutlich unter dem Niveau des Jahres 2019 vor der Pandemie. Auch im Vergleich zur Entwicklung des europäischen Luftverkehrs insgesamt, wo das Vor-Corona-Niveau im Laufe des Jahres 2024 bereits annähernd erreicht und von einige Flughäfen auch überschritten wurde, fiel das Verkehrswachstum im deutschen Luftverkehr und an den deutschen ACDM-Flughäfen zurück.

Nachdem in den Jahren 2022 und 2023 stark limitierte Personal- und Abfertigungsressourcen den Flughäfen nach der Corona Pandemie zu schaffen gemacht haben und die Planbarkeit und Stabilität der Bodenprozesse und damit auch den ACDM-Prozess und die damit verknüpfte Zielzeitenqualität für das europäische Flugsicherungsnetzwerk beeinträchtigt haben, zeigte sich im Jahr 2024 eine positive Entwicklung. Die in den beiden Vorjahren begonnen und durchgeführten Maßnahmen zur Stabilisierung des Turnaround Prozesses haben ihre Wirkungen entfaltet, wobei die nur moderat gestiegenen Verkehrszahlen diese Entwicklung unterstützt haben. An den meisten deutschen ACDM-Flughäfen konnten im Jahr 2024 somit nicht nur Gesamtpformance und Pünktlichkeiten, sondern auch die TOBT-Performance im Vergleich zu den beiden Vorjahren deutlich gesteigert werden. Die TOBT Qualitäten langen teilweise sogar über dem Vorkrisenniveau des Jahres 2019.

Trotz der gestiegenen Verkehrszahlen in Gesamteuropa, den damit verbundenen Netzwerkeinflüssen und Regulierungsmengen und der anhaltend hohen CTOT-Volatilität konnte die Planbarkeit des Turnaround-Prozesses und die Rahmenbedingungen für rechtzeitige und genauere Aktualisierung von TOBTs durch die an den Flughäfen lokal umgesetzten Maßnahmen messbar verbessert werden. Die Verbesserungen werden in einigen Kennzahlen dieses Berichtes deutlich.

Das lokale Berichtswesen und das Performance Monitoring des A-CDM-Prozesses haben in diesem Zusammenhang mit dazu beigetragen, zu erkennen, dass Verkehrsmengen und Ressourcenverfügbarkeiten in einem ausgewogenen Verhältnis zueinanderstehen müssen und dass eine hinreichend gute Zielzeitenvorhersagen als Grundlage für einen effizienten Ressourceneinsatz gewährleistet werden muss. So konnten gezielte Projekte gestartet und durchgeführt werden, die darauf abzielen, die Planbarkeit des Turnaround-Prozesses sukzessive

zu verbessern (z.B. Einführung der Ground Coordination in München, Einführung des Turnaround Managements in Frankfurt, gezielte Kommunikation, Unterlagen und Schulungen für Ground Handler, die Einführung automatisch getriggelter TOBT Updates auf Basis des Boardingbeginns bei LH in Frankfurt und München und die Anzeige von Kamerabildern der Abfertigungsposition im CSA-Tool des Flughafens Frankfurt).

## 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.

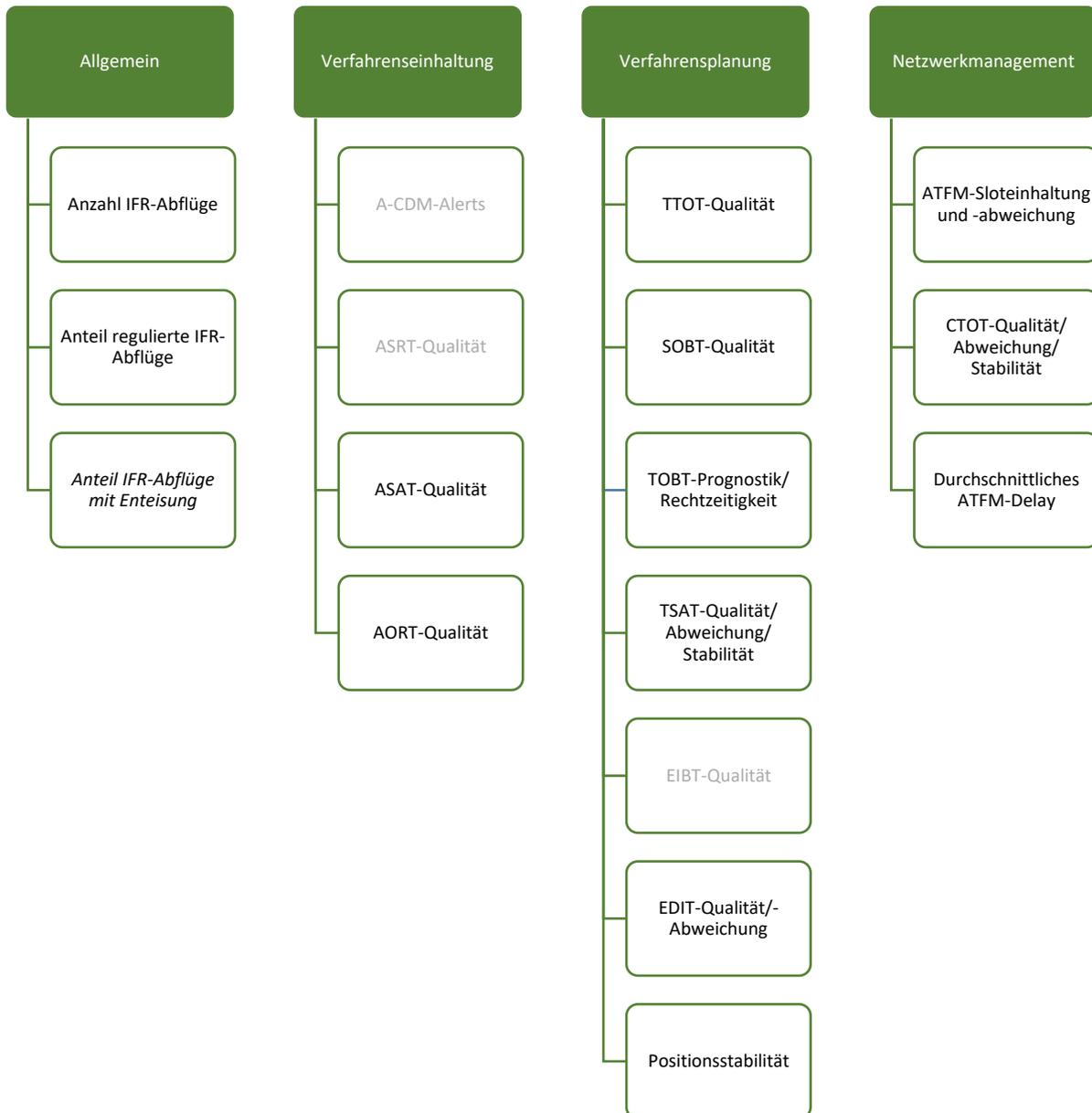
Die im vorliegenden Dokument enthaltenen KPI bieten den A-CDM-Flughäfen auf Basis eines gemeinsamen Berichtswesens die Möglichkeit, Veränderungen und Entwicklungen aufzuzeigen, Verbesserungspotenzial zu erkennen und harmonisierte A-CDM-Teilprozesse weiterzuentwickeln.

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

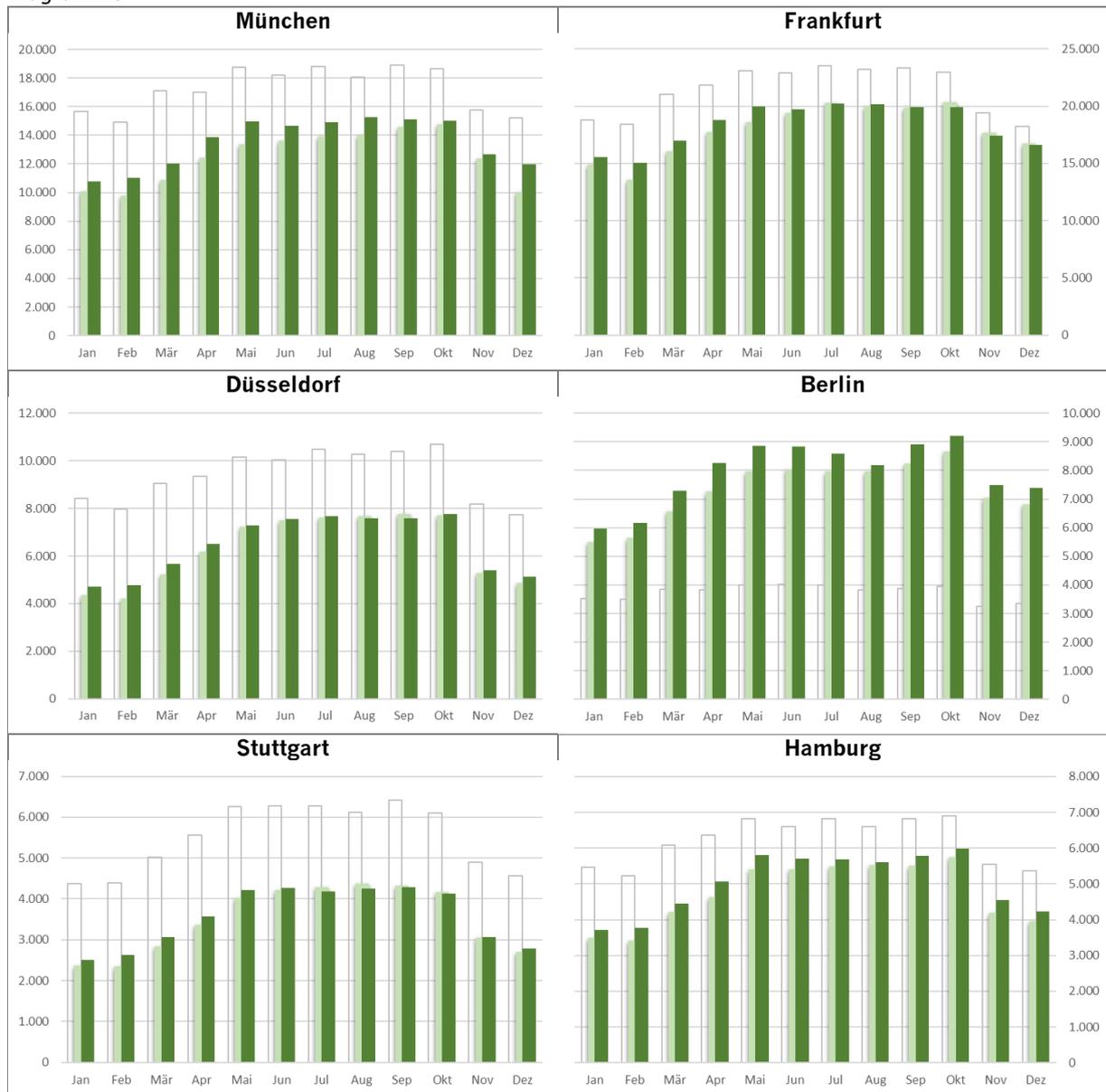


Abb. 1: Anzahl der IFR-Abflüge, im Vorjahr (hellgrün) sowie 2019 (weiß)

**Fazit**

Der Verkehrsanteil der sechs deutschen A-CDM-Flughäfen an den Gesamtabflügen in Deutschland lag im Jahr 2024 bei 71,4% und damit geringfügig niedriger als im Vorjahr.

Die Verkehrszuwachsraten waren im Jahr 2024 an den deutschen Flughäfen tendenziell rückläufig, nachdem sie im Jahr 2023 nach dem Ende der Corona-Krise zunächst stärker angestiegen waren. Im Vergleich fielen die jährlichen Zuwachsraten der Flugbewegungen an den Flughäfen Frankfurt, Düsseldorf und Stuttgart mit 2 - 3 % etwas geringer aus als an den Flughäfen München, Berlin und Hamburg, wo etwas höhere Zuwachsraten von 5 - 8 % erreicht wurden. Trotz der geringen positiven Verkehrsentwicklung lagen die Verkehrszahlen an allen deutschen Flughäfen noch deutlich unter dem Niveau des Jahres 2019 vor der Pandemie. Auch im Vergleich mit anderen europäischen Ländern, wo im Jahr 2024 an einigen Flughäfen die Verkehrszahlen des Jahres 2019 schon wieder erreicht und teilweise auch überschritten wurden, fiel das Verkehrswachstum an den deutschen Flughäfen insgesamt geringer aus.

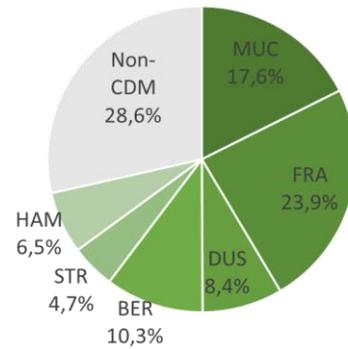


Abb. 2: Anteil der A-CDM-Flughäfen am Gesamtabflugaufkommen in Deutschland

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

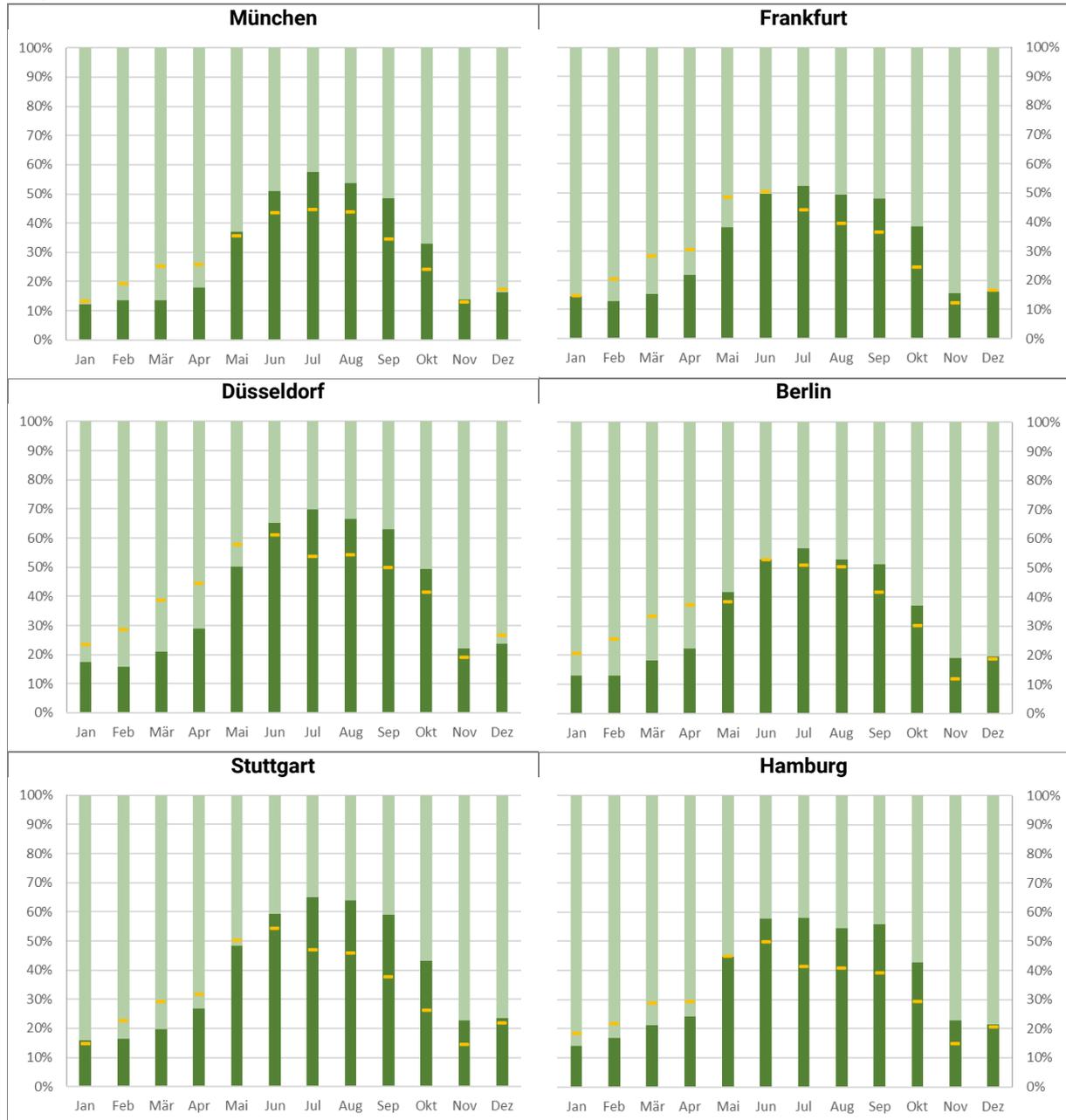


Abb. 3: Verhältnis unregulierter (hellgrün) zu regulierten (dunkelgrün) IFR-Abflügen und Anteil regulierter Flüge 2019 (gelb)

*Fazit*

Auch wenn in Deutschland die vor der Corona-Pandemie gemessenen Flugbewegungszahlen im Jahr 2024 noch nicht erreicht wurden, lagen die Verkehrsmengen in Europa insgesamt wieder über dem Niveau des Jahres 2019.

Damit verbunden lag auch der Anteil der regulierten Flüge über dem sehr hohen Niveau der Jahre 2018 und 2019 vor der Pandemie. Ursachen für den hohen Anteil regulierter Flüge waren insbesondere in den Sommermonaten die anhaltenden Ressourcenengpässe bei Flugsicherungsdienstleistern und Flughäfen sowie Wettereinflüsse. Auch die Luftraumeinschränkungen durch den andauernden Krieg zwischen Russland und der Ukraine, durch den Luftraumbereiche mit zusätzlichen um das Konfliktgebiet geleiteten Verkehrsströmen belastet werden, haben zum hohen Niveau der Regulierungsmengen beigetragen.

Der Anteil der regulierten Flüge in den ersten Monaten des Jahres war trotz höherer Verkehrszahlen als 2023 deutlich geringer, dafür während der Sommermonate bei vergleichbaren Verkehrszuwachsraten deutlich höher. Dies deutet darauf hin, dass das Gesamtnetzwerk bis zu einem bestimmten Sättigungsgrad im Vergleich zu den Vorjahren mit weniger Verkehrsflusssteuerungsmaßnahmen funktioniert und ab Überschreiten dieses Sättigungsgrads dafür überproportional mehr Bedarf an solchen Maßnahmen entsteht. Daher lässt sich ableiten, dass im bestehenden System jedes weitere Verkehrswachstum wahrscheinlich zu einem überproportionalen Anstieg der Regulierungen führen wird.

Im Zusammenhang mit den hohen Regulierungsmengen war wie in den Vorjahren auch wieder eine hohe Volatilität der CTOT-Updates (s. Abschnitt 4.4.2) zu verzeichnen. Dadurch wurden Planungen von Ressourcen der Bodenanfertigung und der Gates und Positionen an den stark betroffenen Flughäfen (z.B. Frankfurt) wieder stark beeinträchtigt. Durch den weiteren Aufbau von Bodenpersonal und Abfertigungsressourcen konnten die negativen Auswirkungen der gestiegenen Regulierungsmengen und -Updates an den meisten Flughäfen im Vergleich zum Vorjahr (2023) jedoch besser ausgeglichen werden.

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

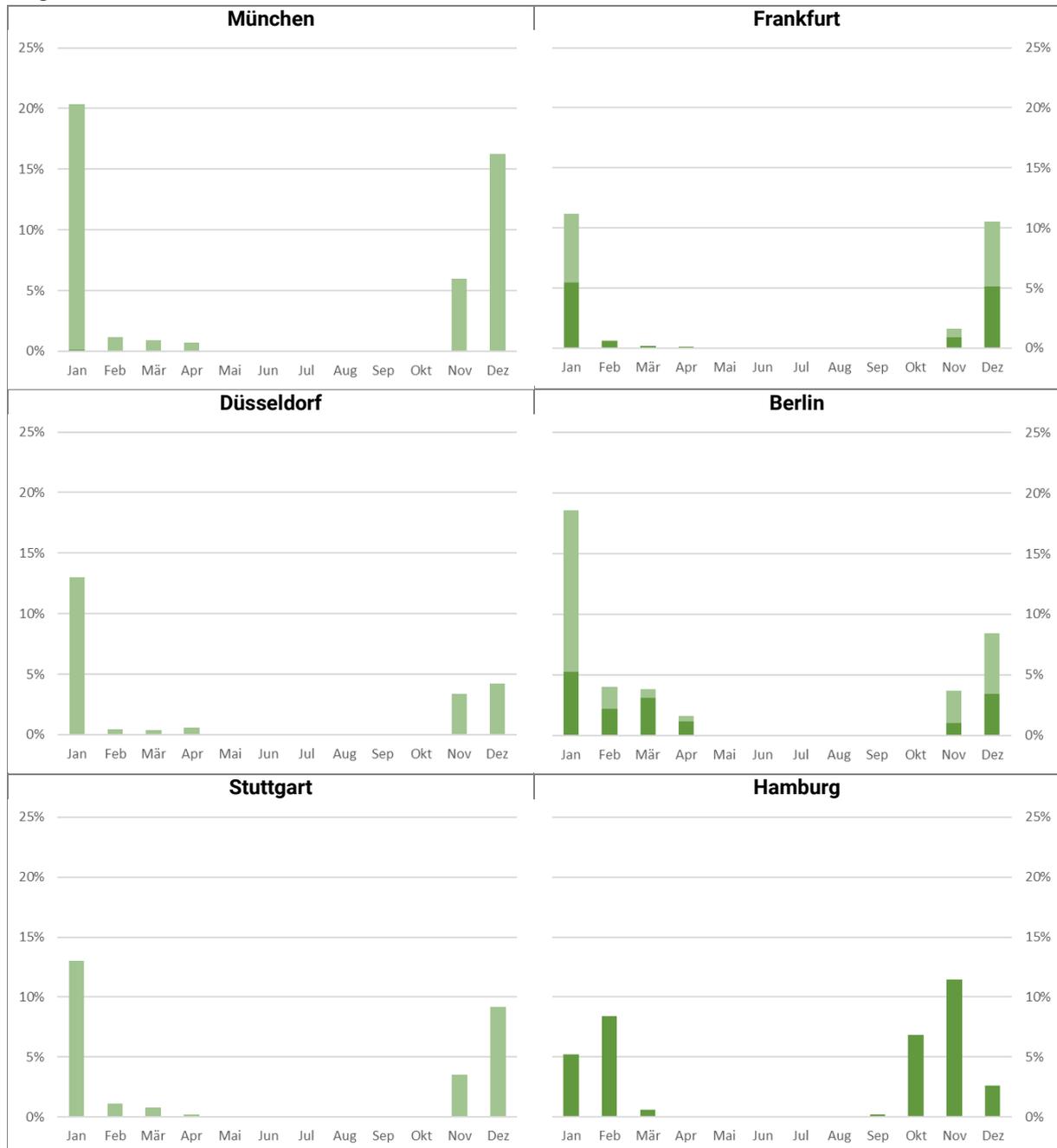


Abb. 4: Anteil der IFR-Abflüge mit Lfz-Enteisung an der Parkposition (dunkelgrün) und remote (hellgrün)

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  $\pm 5$  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  $\pm 5$  min im Vergleich zum Vorjahr (hellgrün)

*Fazit*

An den großen Flughäfen Frankfurt, München und Berlin ist tendenziell eine Verbesserung der ASAT-Qualität zu verzeichnen, was auf eine höhere Prozessstabilität im Zusammenhang mit Verbesserungen in den Verfügbarkeiten von Personal und Ressourcen der Bodenabfertigung zurückgeführt werden kann.

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

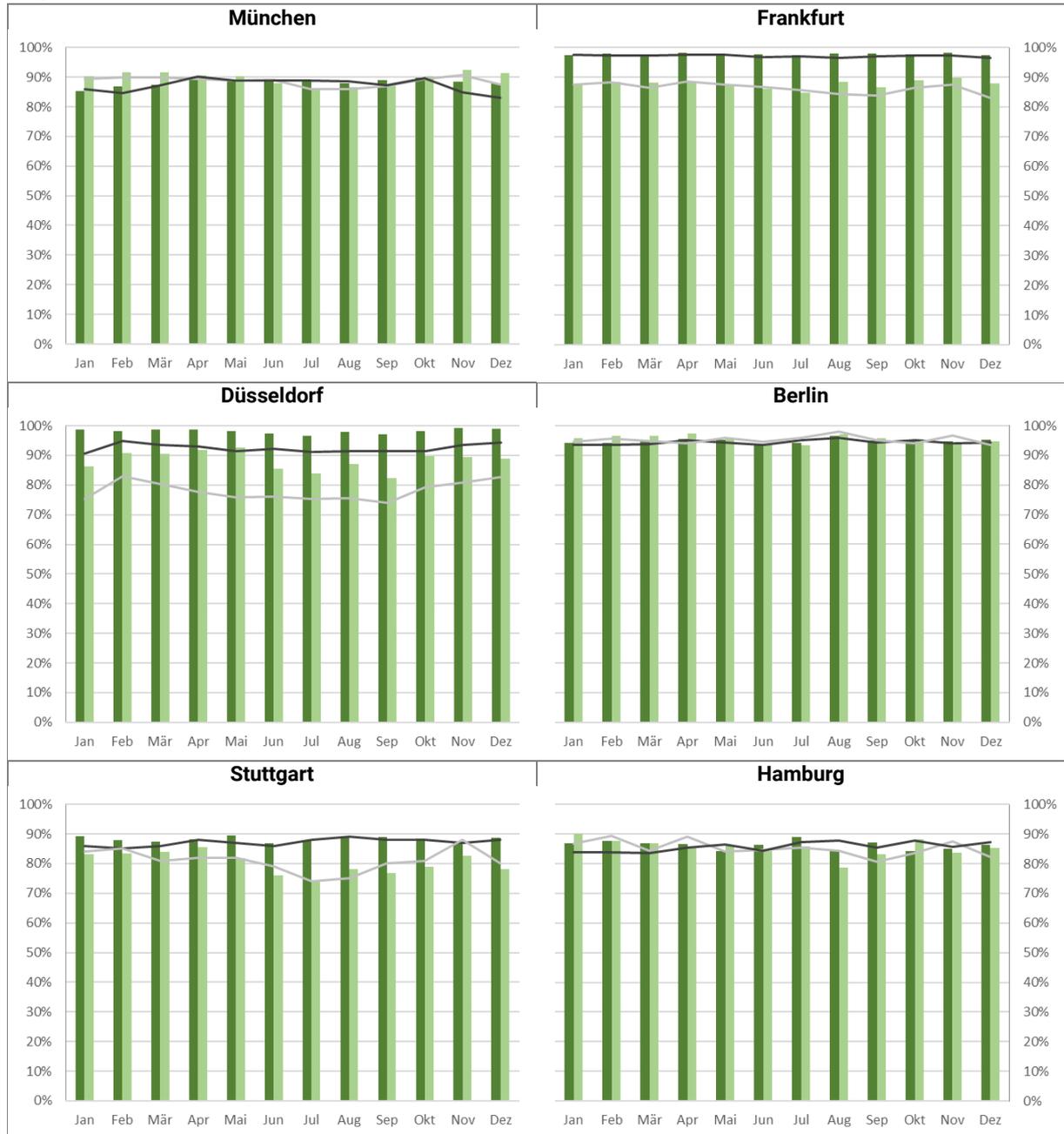


Abb. 6: Anteil der IFR-Abflüge mit verfahrenstreuer AORT (grün) im Vergleich zum Vorjahr (grau), Funkverfahren dunkler gefärbt, DCL-Verfahren heller

*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 Anlasserfragen 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*

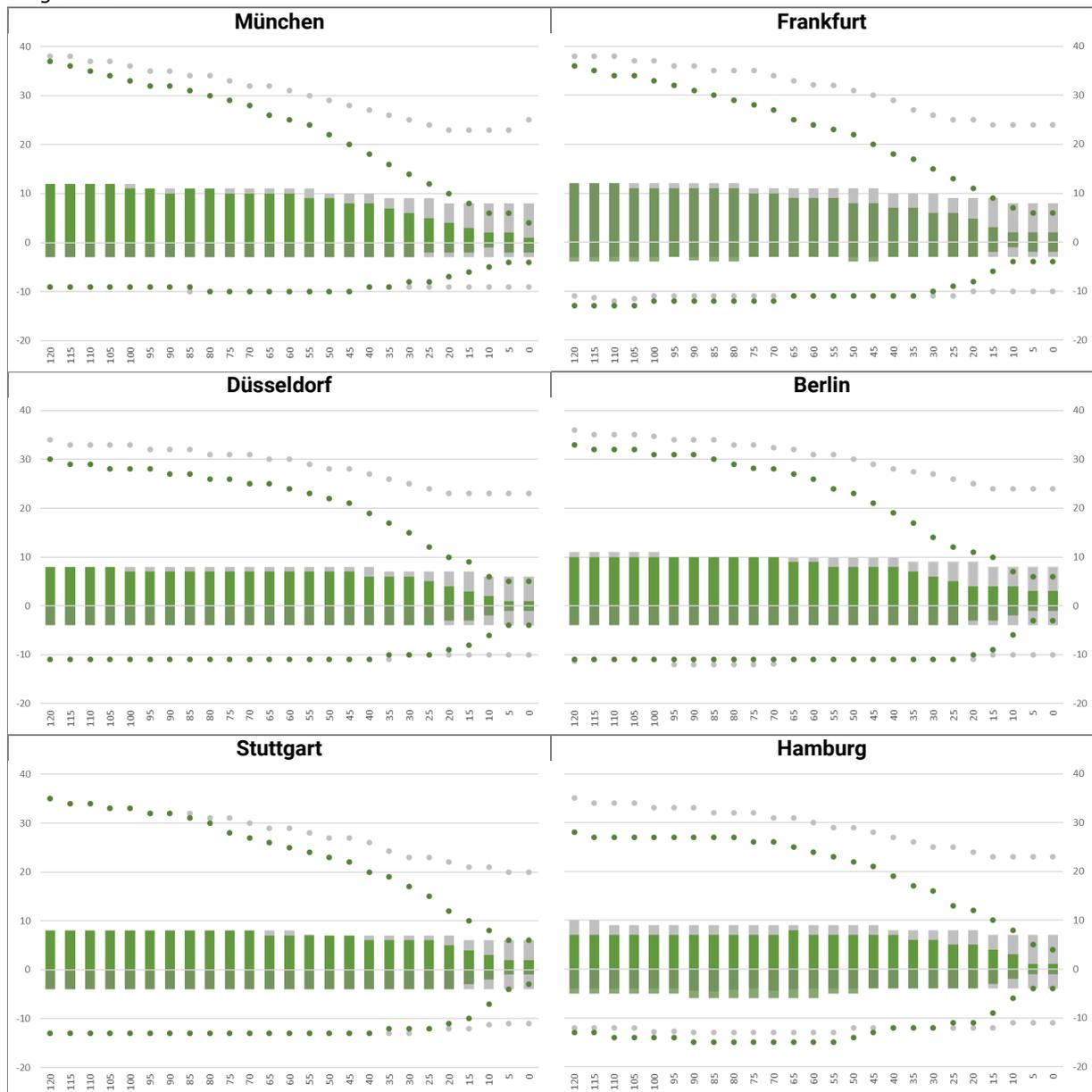


Abb. 7: Median (Säulen) und 90. Perzentil (Punkte) der Differenz zwischen TTOT und ATOT in Minuten mit gegebenem zeitlichem Vorlauf in Minuten vor ATOT, getrennt nach Flügen mit E/TTOT < ATOT (positive Y-Werte) und E/TTOT > ATOT (negative Y-Werte). ETOT in grau, TTOT in grün.

*Fazit*

Grundsätzlich existiert für jeden Flug eine Take-Off-Zeitvorhersage auf Basis der EOBT des ATC-Flugplanes (E-TOT). 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

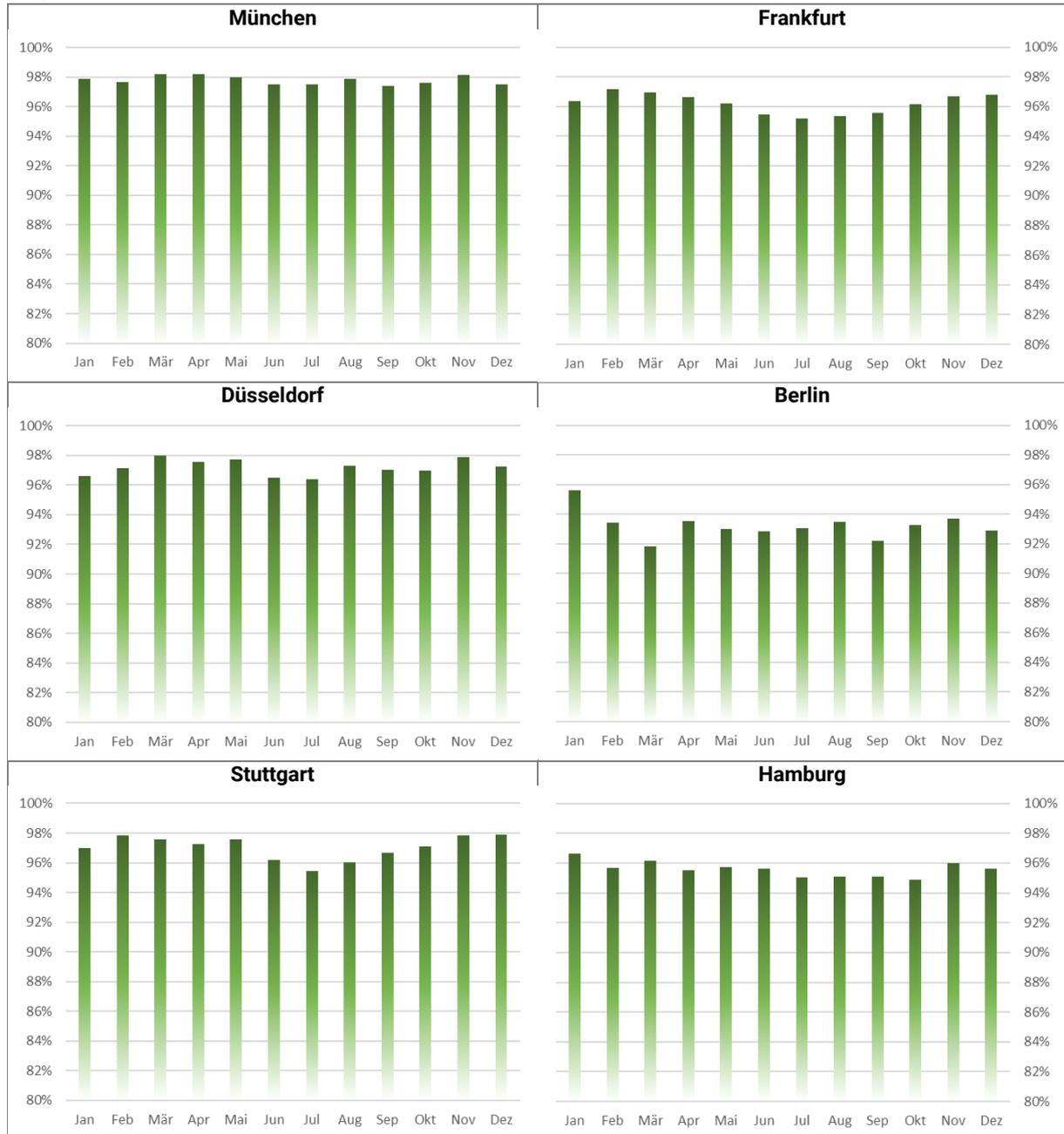


Abb. 8: Monatlicher Anteil der IFR-Abflüge, bei denen erste EOBT = SOBT

*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*

Die Rechtzeitigkeit von TOBT-Änderungen hat einen positiven Einfluss auf die Planung und den Einsatz von Ressourcen am Flughafen und des Netzwerks. Somit ist es erfreulich, dass im Jahr 2024 an den meisten Flughäfen eine positive Entwicklung der Rechtzeitigkeit der TOBT-Änderungen im Vergleich zum Vorjahr zu verzeichnen war. Dieser Trend wird darauf zurückgeführt, dass einerseits verschiedene Maßnahmen zur Stabilisierung des Turnaround-Prozesses umgesetzt wurden und ihre Wirkungen entfalten konnten (z.B. Personalaufstockung, Einführung der Ground Coordination in München, Einführung des Turnaround Management in Frankfurt). Weitere Maßnahmen, die direkt auf die Qualität der TOBT-Pflege einzahlen, wie z.B. Kommunikation, Unterlagen und Schulungen für Ground Handler, die Einführung automatisch getriggert TOBT-Updates auf Basis des Boardingbeginns bei Lufthansa in Frankfurt und München und auch die Anzeige von Kamerabildern der Abfertigungsposition im CSA-Tool des Flughafens Frankfurt haben zu Verbesserungen der TOBT-Pflege beigetragen. An einigen Flughäfen wurde im Jahr 2024 so eine TOBT-Performance erreicht, die über dem Vorkrisenniveau des Jahres 2019 lag.

Am Flughafen Hamburg wurde die im Jahr 2023 erreichte Steigerung der TOBT-Rechtzeitigkeit auch 2024 bestätigt. Dies liegt an frühen 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

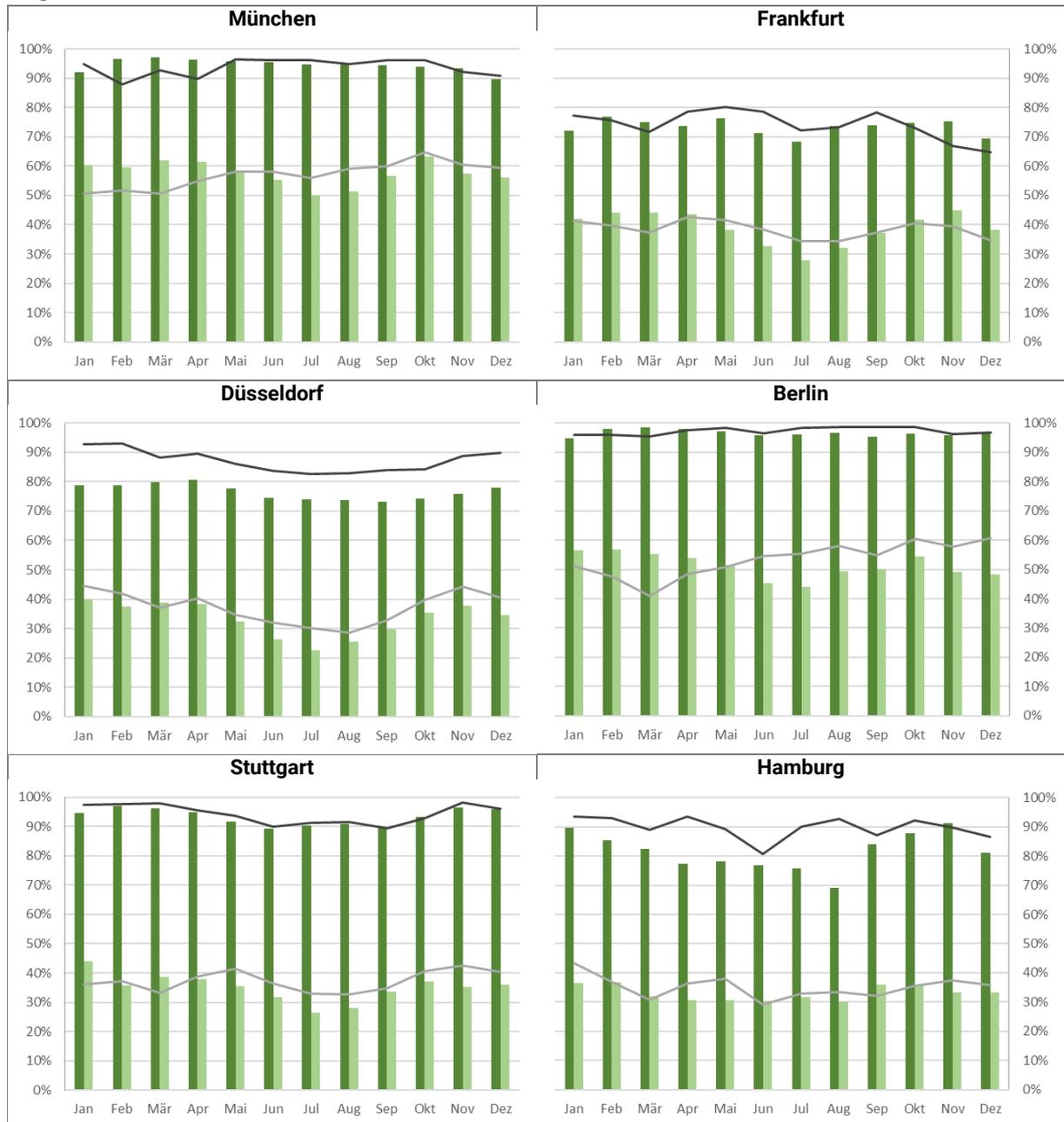


Abb. 11: Anteil der IFR-Abflüge im Vergleich zum Vorjahr (grau), bei denen letzte TSAT = TOBT. Unreguliert dunkler gefärbt, reguliert heller.

**TSAT-Abweichung**

*Beschreibung*

Monatliche mittlere Abweichung TOBT vs. letzte TSAT in Minuten

*Ziel*

Mittlere Abweichung der Planung am Ereignistag gegenüber der tatsächlichen Betriebsabwicklung

*Diagramme*

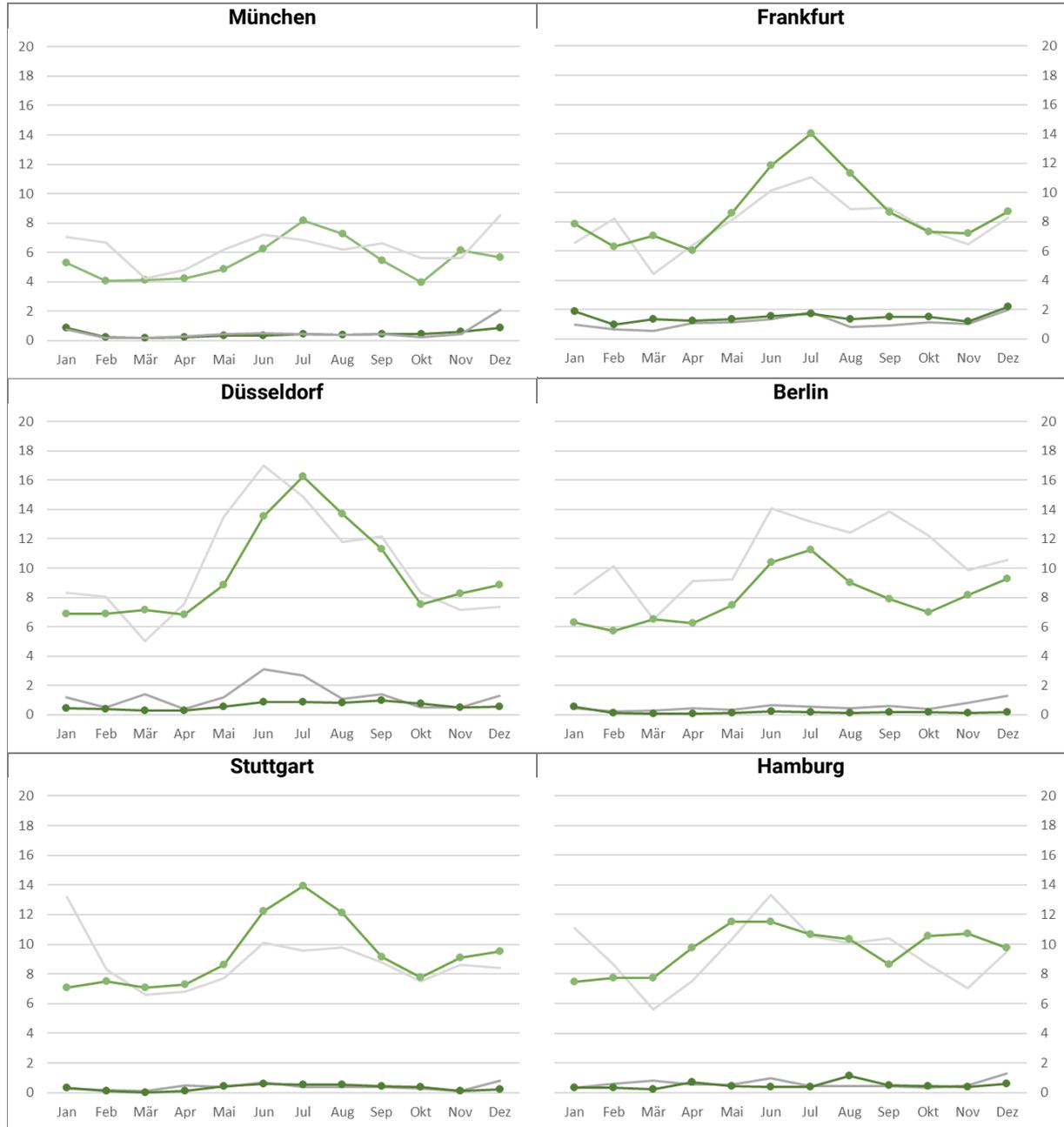


Abb. 12: Mittlere Abweichung letzte TSAT zu TOBT in Minuten im Vergleich zum Vorjahr (grau). Unreguliert dunkler schattiert, reguliert heller

**TSAT-Stabilität**

*Beschreibung*

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

*Ziel*

Messung der TSAT-Stabilität

*Diagramme*

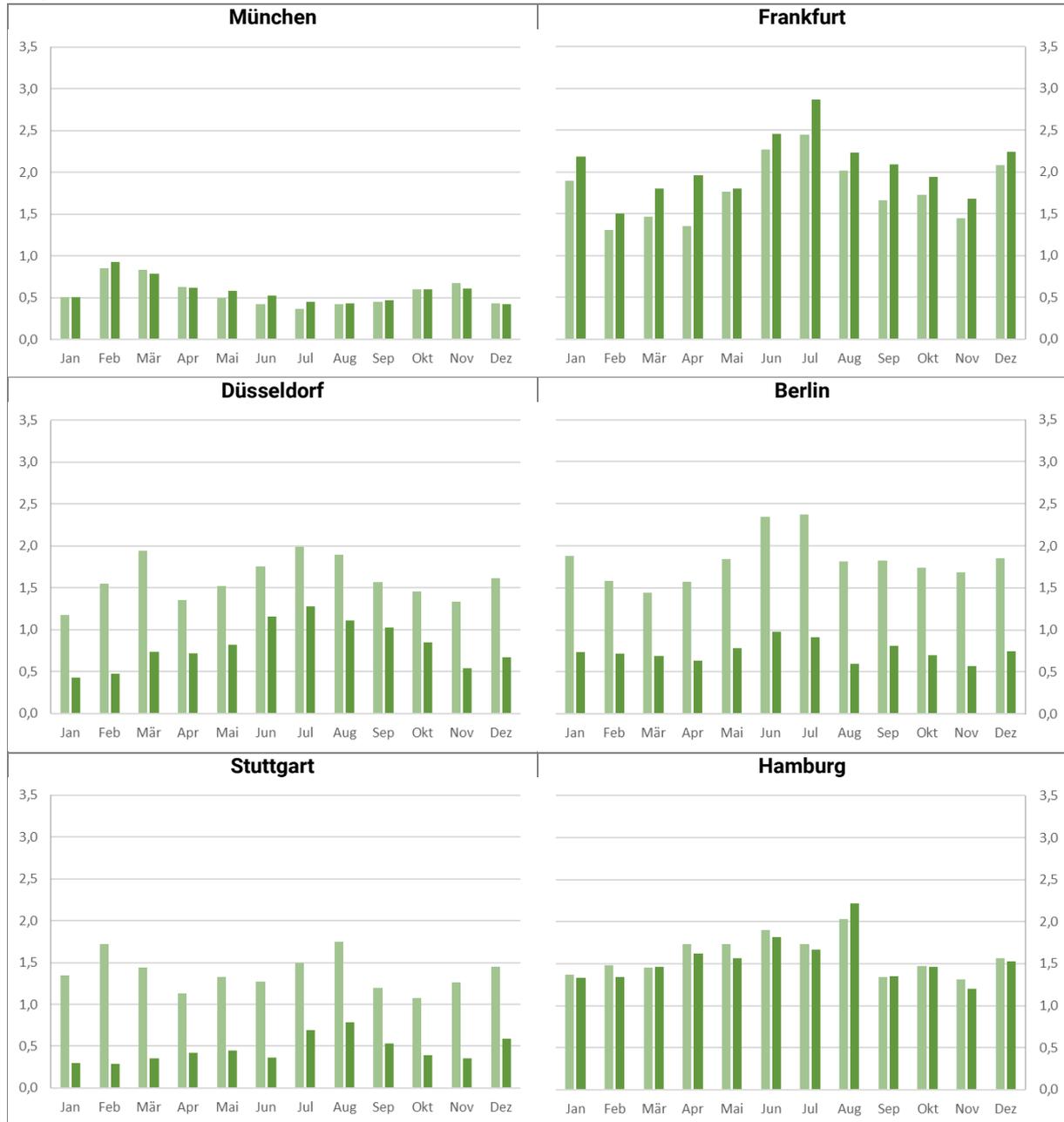


Abb. 13: Durchschnittliche Anzahl TSAT-Änderungen pro reguliertem (hellgrün) und unreguliertem (dunkelgrün) Flug und Monat ohne erste TSAT, inklusive Löschungen

*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.

Erkennbare TSAT-Delays traten am Flughafen Frankfurt und mit geringerer Ausprägung an den Flughäfen Düsseldorf und Hamburg auch bei unregulierten Flügen ganzjährig und mit stärkerer Ausprägung während der Sommermonate auf. In Frankfurt ist die Pistenkapazität in Abhängigkeit von der Betriebsrichtung zeitweise limitiert (BR 25) und in Düsseldorf liegen die Zeiten des erlaubten Zweibahnbetriebs nicht immer in den nachfragestärksten Verkehrsphasen des jeweiligen Tages. In Hamburg entstehen TSAT-Delays hauptsächlich in lokalen Verkehrsspitzen, je nach Windrichtung und damit verbundener Pistenkonfiguration in kleinerem oder größerem Ausmaß.

Grundsätzlich hatten regulierte Flüge wegen der zahlreichen CTOT-Updates eine geringere TSAT-Stabilität als unregulierte Flüge. Für den am höchsten ausgelasteten und am stärksten von Regulierungen betroffenen Flughafen Frankfurt und teilweise auch für den trotz insgesamt niedrigerem Verkehrsniveau stark regulierten Flughafen Hamburg fällt jedoch abweichend davon auf, dass die TSAT-Stabilität bei unregulierten Flügen zeitweise geringer war als bei regulierten Flügen. Dies liegt darin begründet, dass die CTOT-Updates die hoch ausgelastete Pre-Departure-Sequenz insgesamt destabilisieren. Weil regulierte Flüge in der Sequenz grundsätzlich mit einer höheren Priorität eingeplant werden als nicht regulierte Flüge, werden die nicht regulierten Flüge infolge der zahlreichen der CTOT-Updates von regulierten Flüge häufiger umgeplant.

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

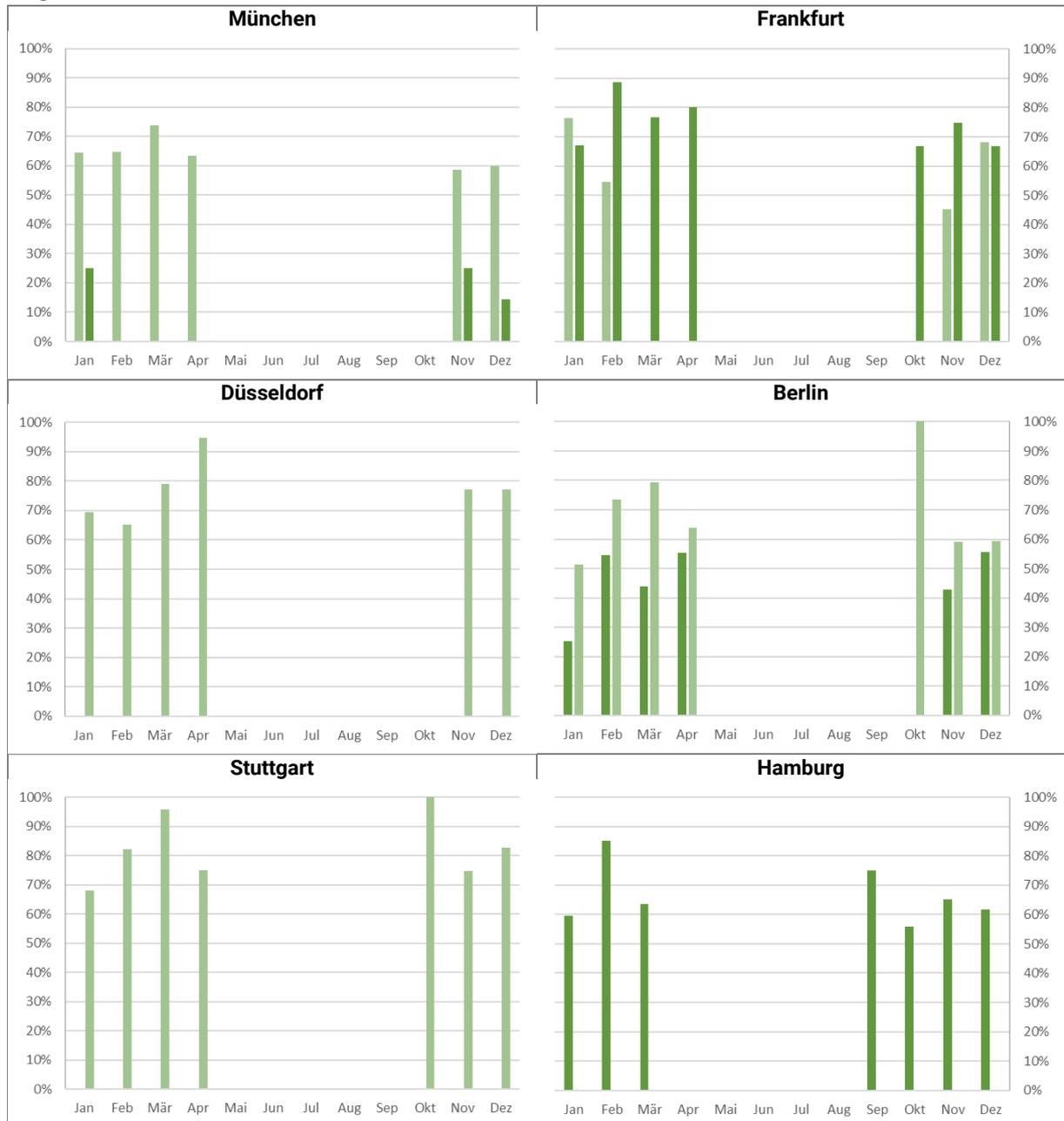


Abb. 14: Anteil der Flüge mit Positions- (dunkelgrün) und Remoteenteisung (hellgrün), bei denen EDIT = ADIT±3 min

**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*

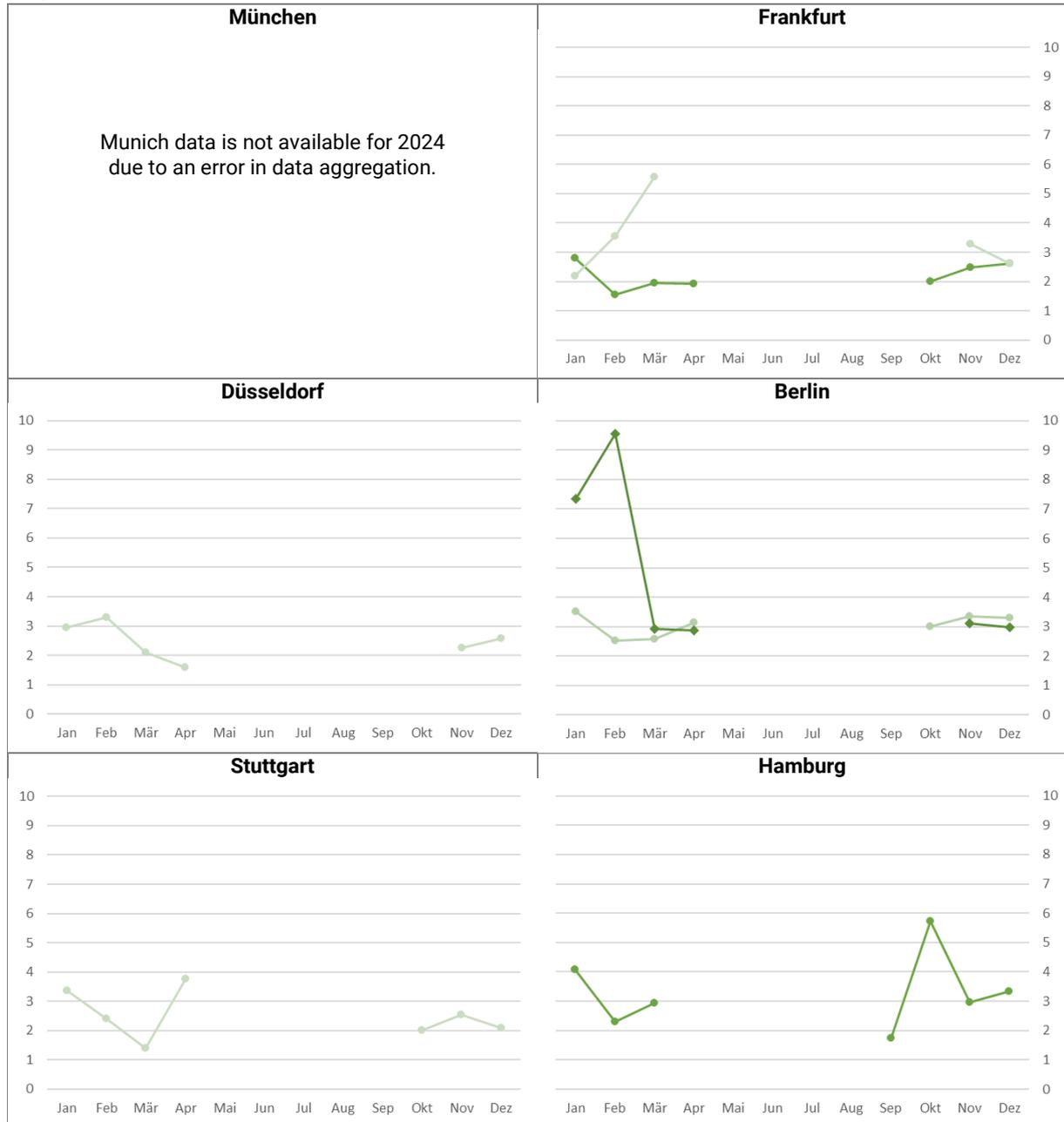


Abb. 15: Mittlere Abweichung von EDIT und ADIT in Minuten bei Positions- (dunkelgrün) und Remoteenteisung (hellgrün)

**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

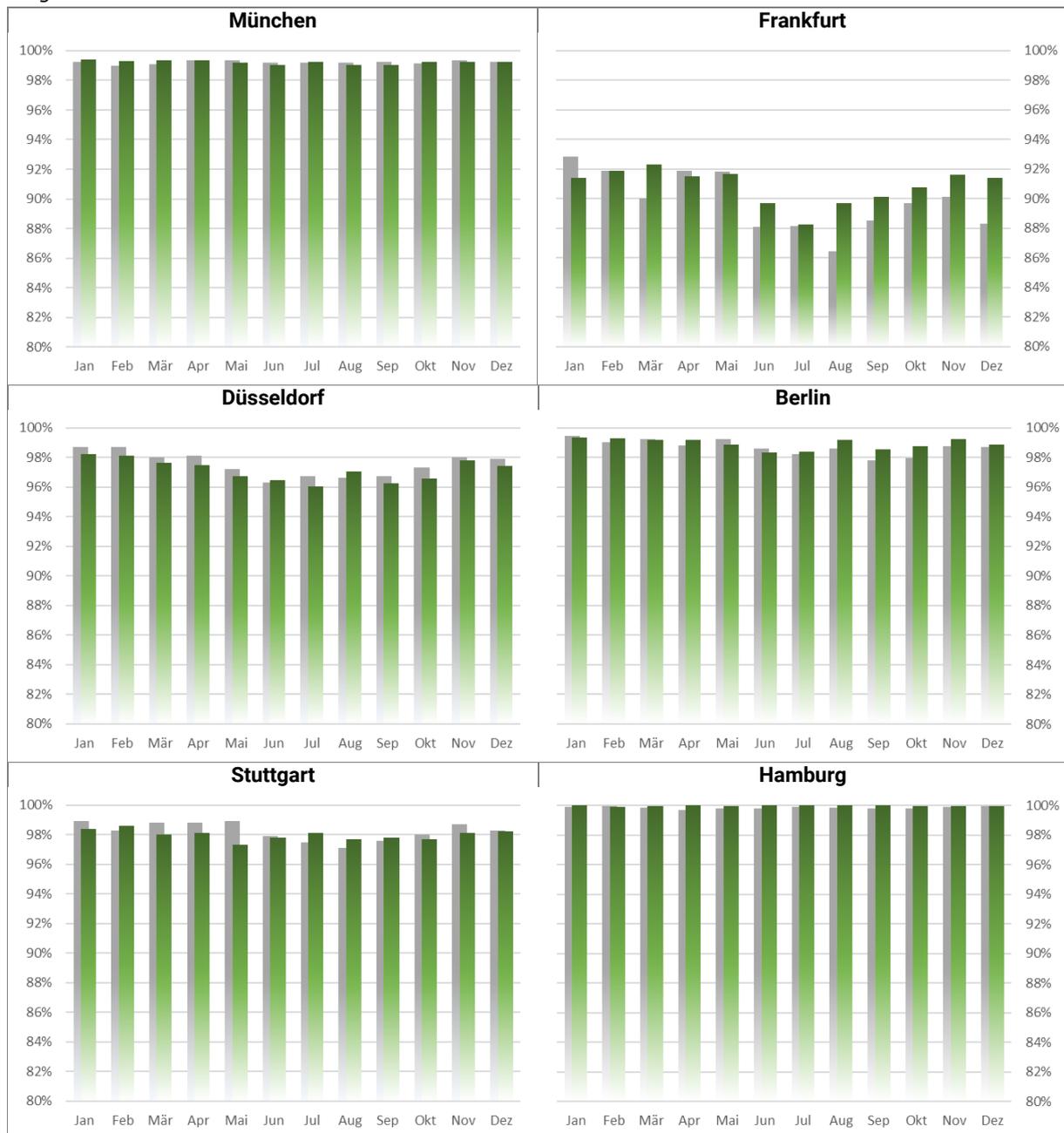


Abb. 16: Anteil der Flüge, bei denen keine kurzfristige Positionsänderung notwendig war, im Vergleich zum Vorjahresmonat (grau)

*Fazit*

Am hoch ausgelasteten und in der Positionsverfügbarkeit limitierten Flughafen Frankfurt zeigte sich während der Sommermonate wie auch schon in den Vorjahren eine im Vergleich zu den Wintermonaten reduzierte Positionsstabilität. Die hohe CTOT-Volatilität und die limitierten Positions- und Gate-Ressourcen führten in den Sommermonaten dazu, dass die Gate- und Positionsplanung zeitweise nicht mehr zuverlässig einschätzen konnte, ab wann Parkpositionen tatsächlich wieder frei gemacht werden. Somit mussten Landungen kurzfristig vermehrt umpositioniert werden. Dieser Effekt war in geringerer Ausprägung auch an anderen Flughäfen wegen den Wartezeiten auf Enteisung auch am Jahresanfang sichtbar.

An den meisten Flughäfen ist die in Sommermonaten im Vergleich zum Vorjahr etwas höhere Positionsstabilität ein Indikator dafür, dass kritische Teilprozesse im Rahmen des Turnaround Prozesses stabiler und planmäßiger durchgeführt werden konnten.

### 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*

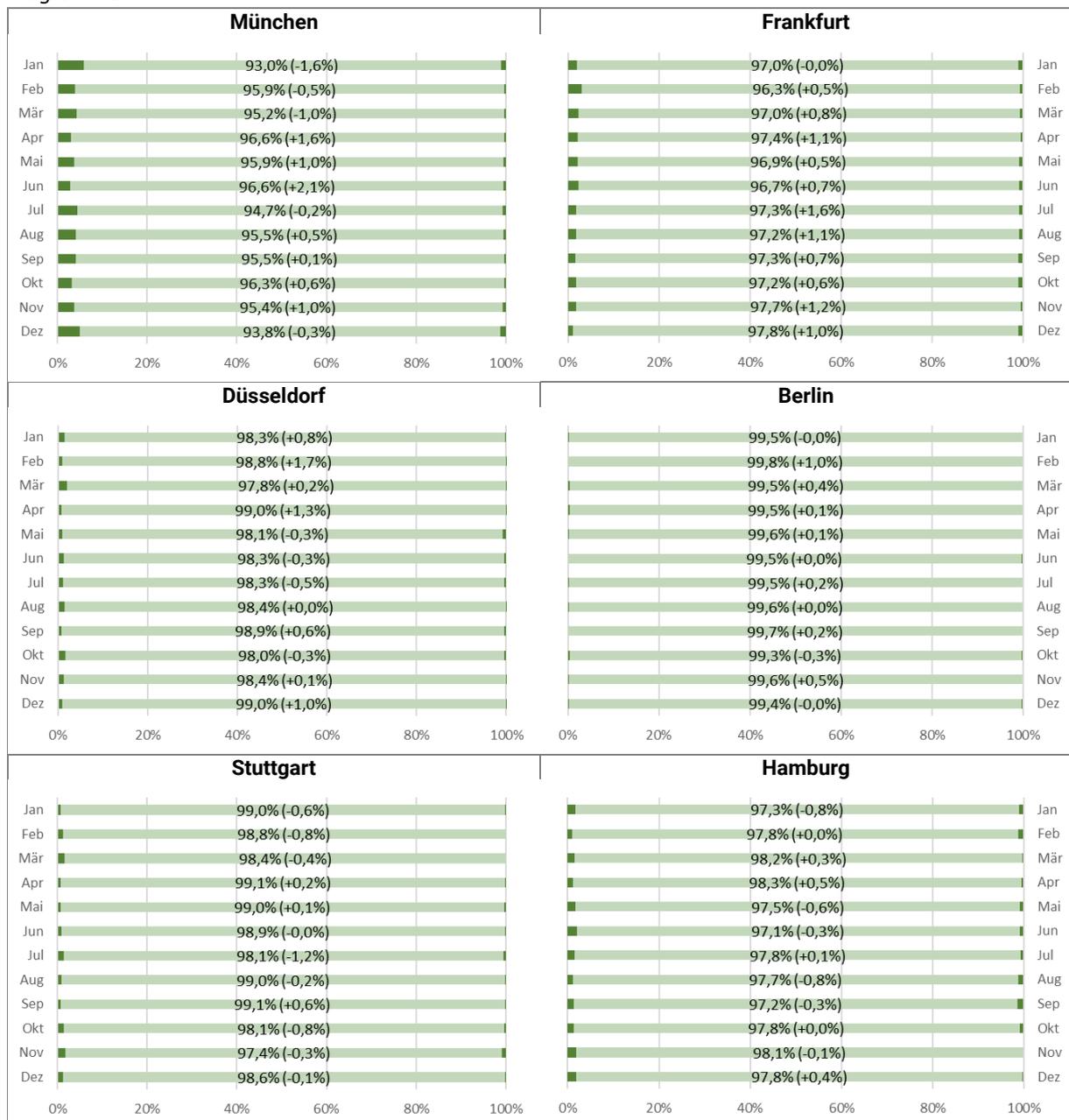


Abb. 17: Anteil Flüge mit ATOT vor (dunkelgrün links), innerhalb (hellgrün) und nach (dunkelgrün rechts) dem STW, in Klammern Differenz zum Vorjahreswert

**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 einer deutlichen Zunahme des Anteils regulierter Flüge in den Sommermonaten im Vergleich zum Vorjahr erreichten alle Flughäfen im Jahr 2024 zumindest eine gleich hohe oder gar bessere Sloteneinhaltung als im Jahr 2023. Zum einen haben die Entwicklung hin zu stabileren Turnaround-Prozessen und damit verbunden einer besseren TOBT-Einhaltung sowie das kaum angestiegene geringe Rollverkehrsaufkommen zu diesem Ergebnis beigetragen. Zum anderen wird hier deutlich, dass durch den lokalen A-CDM-Prozess an den Flughäfen die CTOTs besser zu den lokalen Rahmenbedingungen geplant und deswegen auch eingehalten werden können.

Am Flughafen München ist erkennbar, dass ein 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 Frankfurt, Berlin, Düsseldorf, Stuttgart und Hamburg in einigen Monaten deutlich höher ist. Dieses Phänomen ist durch die insgesamt hohe CTOT-Einhaltung begründet, so dass wenige Einzelflüge mit großen Abweichungen diesen KPI maßgeblich bestimmen. Kurzzeitige Ausfälle der Datenübertragung an den Network Manager sowie in einigen Fällen irregulär späte Anpassungen des Routings im ATC-Flugplan führten zu CTOT-Updates nach Off-Block, die betrieblich nicht mehr berücksichtigt werden konnten.

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*

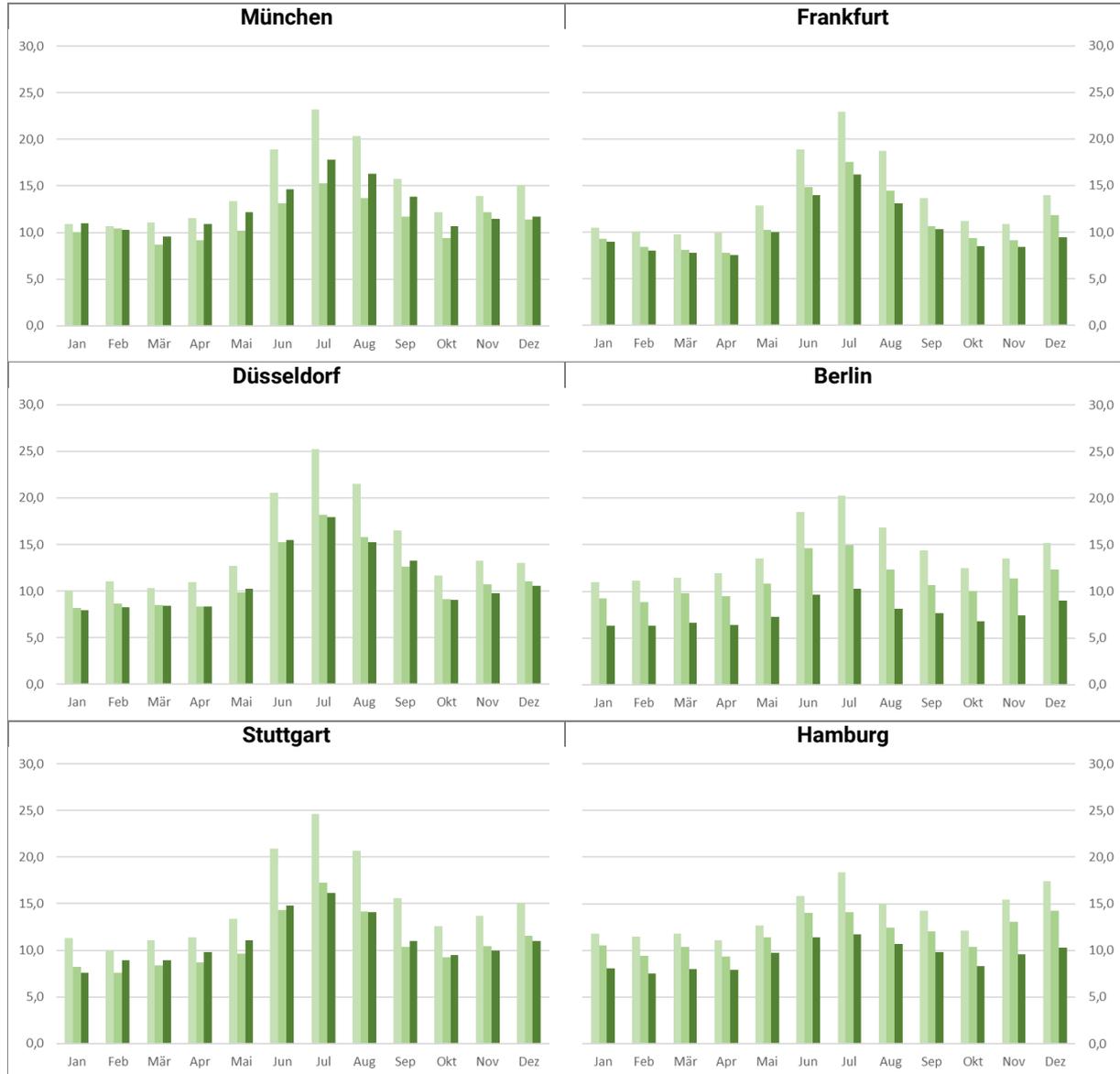


Abb. 20: Mittlere Abweichung CTOT-TTOT der regulierten IFR-Abflüge zum Zeitpunkt First CTOT (hellgrün), First TSAT Issue (mittelgrün) und AOBT (dunkelgrün)

**CTOT-Stabilität**

*Beschreibung*

Anzahl der CTOT-Updates je IFR-Abflug mit CTOT

*Ziel*

Messung der CTOT-Stabilität

*Diagramme*

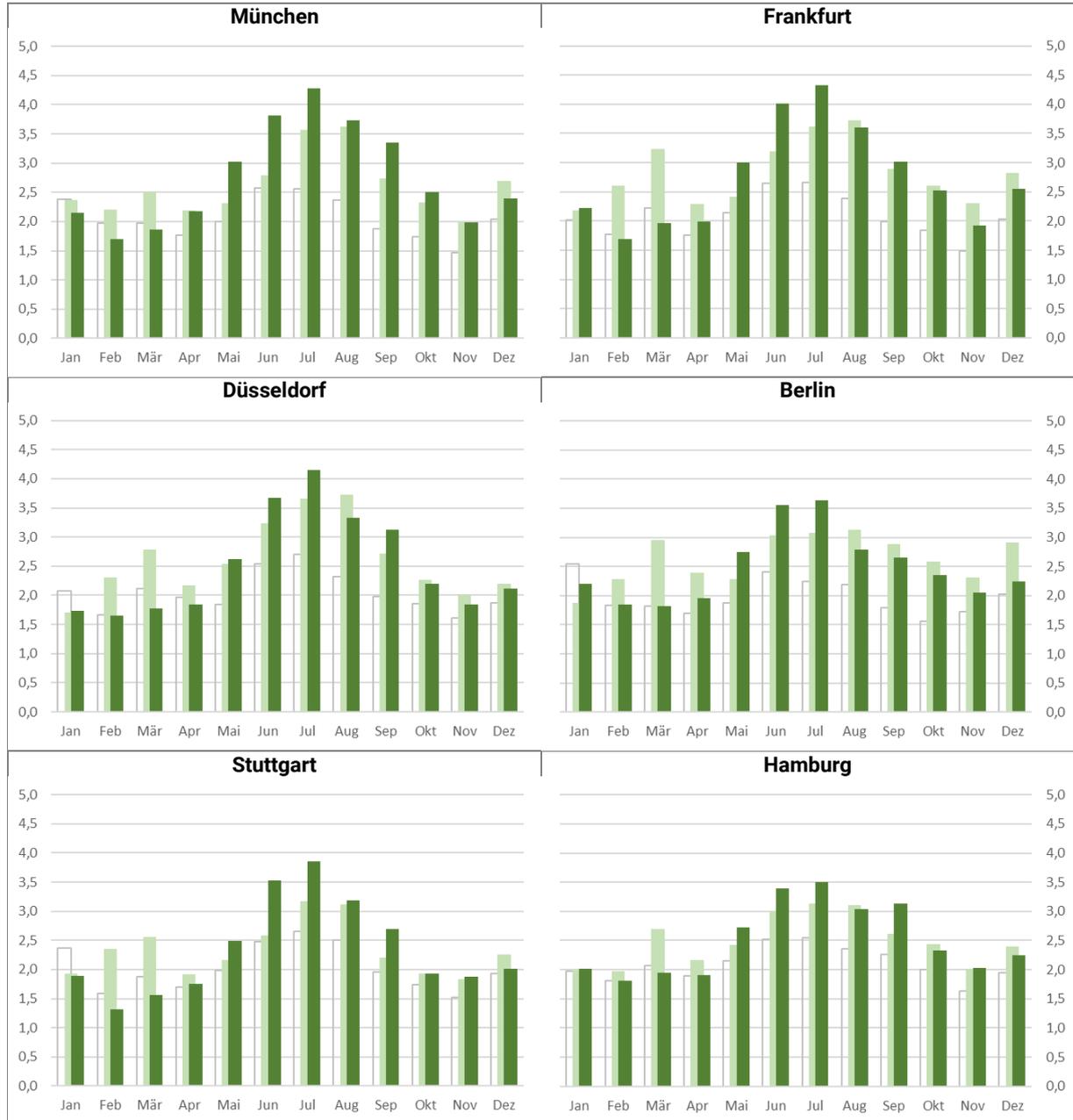


Abb. 21: Durchschnittliche Anzahl der CTOT-Updates (ohne erste CTOT) pro Flug und Monat, Vorjahresmonat in hellgrün, 2019 weiß mit grauem Rand

*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.

Am Flughafen München ist ganzjährig sowie an den Flughäfen Düsseldorf und Stuttgart in einzelnen Monaten zu erkennen, dass CTOT-Qualität und -Abweichung zum Zeitpunkt AOBT im Vergleich zum Zeitpunkt First TSAT Issue etwas schlechter waren. An diesen Flughäfen kommt es im Vergleich auch häufiger zu späten TOBT-Updates, sodass sich hier eine Rückwirkung zeigt. Je später vor dem tatsächlichen Abfertigungsende TOBT-Updates erfolgen, desto weniger Möglichkeit haben die Systeme des Network Managers, eine auf die neue Situation passende CTOT bereitzustellen.

Die CTOT-Stabilität zeigt sich in den Wintermonaten im Vergleich zum Vorjahr meist verbessert, in den Sommermonaten jedoch erneut deutlich schlechter im Vergleich sowohl mit dem Vorjahr als auch mit 2019. Ebenso hat die weiterhin hohe Anzahl an Abflügen, die von 20 oder mehr CTOT-Updates betroffen waren, die Planungsprozesse an den Flughäfen auch im Jahr 2024 wieder erheblich erschwert. Dies hatte auch Auswirkungen auf unregulierte Abflüge, wenn wegen der hohen CTOT-Volatilität nicht mehr vorhersehbar bzw. planbar war, wann die bis AOBT an einem Flug gebundenen Abfertigungsressourcen wieder für andere Abfertigungen zur Verfügung standen.

### 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*

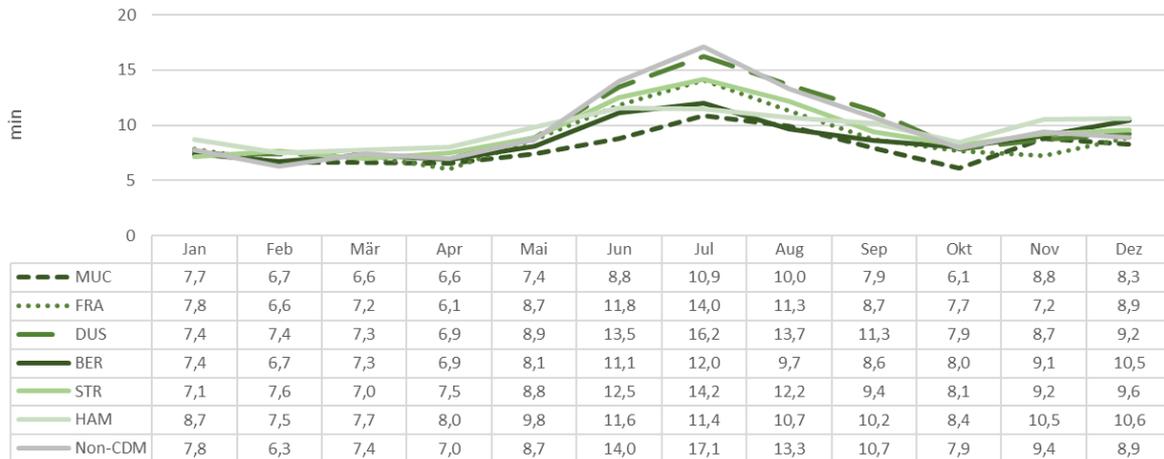


Abb. 22: Durchschnittliches ATFM-Delay pro Flughafen in Minuten

*Fazit*

Während der Wintersaison kam es insgesamt zu deutlich weniger Regulierungen, sodass die Sommersaison größere statistische Relevanz hat. Während dieser Zeit zeigt sich an allen deutschen Airport-CDM-Flughäfen ein geringeres ATFM-Delay pro Flug als an Nicht-CDM-Flughäfen.

## 5 Ausblick

Nachdem die in den Jahren 2022 und 2023 nach der Corona-Pandemie stark limitierten Personal- und Abfertigungsressourcen den Flughäfen zu schaffen gemacht haben und Planbarkeit und Stabilität der Bodenprozesse und damit auch den ACDM-Prozess und die damit verknüpfte Zielzeitenqualität für das europäische Flugverkehrsnetzwerk beeinträchtigt haben, zeigte sich im Jahr 2024 eine positive Entwicklung. Die in den beiden Vorjahren begonnen und durchgeführten Maßnahmen zur Stabilisierung des Turnaround-Prozesses haben ihre Wirkungen entfaltet und die nur moderat gestiegenen Verkehrszahlen haben die Entwicklung unterstützt. An den meisten deutschen A-CDM-Flughäfen konnten im Jahr 2024 somit nicht nur Gesamtperformance und Pünktlichkeiten, sondern auch die TOBT-Performance im Vergleich zu den beiden Vorjahren deutlich gesteigert werden. Die TOBT-Qualitäten lagen teilweise sogar über dem Vorkrisenniveau des Jahres 2019.

Auch wurde deutlich, dass der anhaltende 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 nicht mehr so stark beeinträchtigt, was ebenfalls deutlich macht, dass die in den Vorjahren eingeleiteten und umgesetzten Maßnahmen an den Flughäfen Ihre Wirkungen erzielt haben.

Nichtsdestotrotz ist wegen der weiterhin steigenden Verkehrsmengen auch im Sommer 2025 eine immer größer werdende Menge an Regulierungen im europäischen Luftraum zu erwarten, deren Steigung noch deutlich höher ausfallen dürfte als die der Verkehrsmenge.

Das lokale Berichtswesen und das Performance Monitoring des A-CDM-Prozesses wird von ACDM Germany weiter ausgebaut, um auch zukünftig aufzeigen zu können, wie sich die prognostizierte Entwicklung des Verkehrs im Zusammenhang mit den zukünftig geplanten Maßnahmen, deren Entwicklungen bereits an einigen Flughäfen begonnen wurden (z.B. automatische Zeitstempelerfassung auf Basis von „Computer Vision“ oder die Entwicklung von KI-basierten Turnaround Prognosen zur Vorhersage des Abfertigungsendes), auswirken werden.

## 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