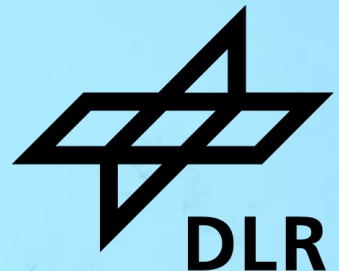


EIN LUFTRAUMKONZEPT FÜR EINE ZUNEHMENDE OPERATIVE DIVERSITÄT

Speed Gated Intercept Procedures zur Vermeidung von
IDO-Kapazitätsverlusten an Flughäfen

Tobias Welsch – DLRK – Stuttgart – 21. September 2023



Motivation – Fragestellung



Prognose

- Größere Bandbreite an Luftfahrzeugtypen, insbesondere im Geschwindigkeitsprofil
→ Increasing Diverse Operations (IDO)
- Weiterer Anstieg der Flugbewegungen

Herausforderung

- Viele internationale HUBs operieren bereits heute an der Kapazitätsgrenze.
- IDO bedingt voraussichtlich Kapazitätsverlust an Flughäfen.
- IDO beinhaltet energieeffizientes Fliegen UND kurze Tür-zu-Tür-Zeiten
→ Zukünftig gegenläufige Anforderungen an die Flugzeugentwürfe

Fragestellung

- Wird die Diversifizierung der Fluggeräte das Kapazitätsproblem verstärken?
- Wie kann dem Kapazitätsverlust gegebenenfalls entgegengewirkt werden?



Motivation – Increasing Diverse Operations

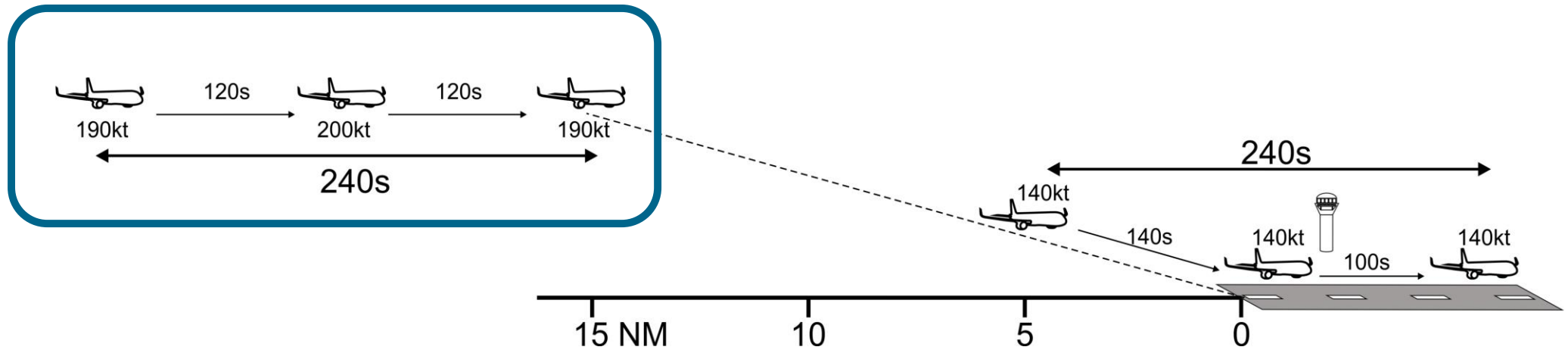
Gegenläufige Entwicklungen und Ziele innerhalb der Luftfahrt



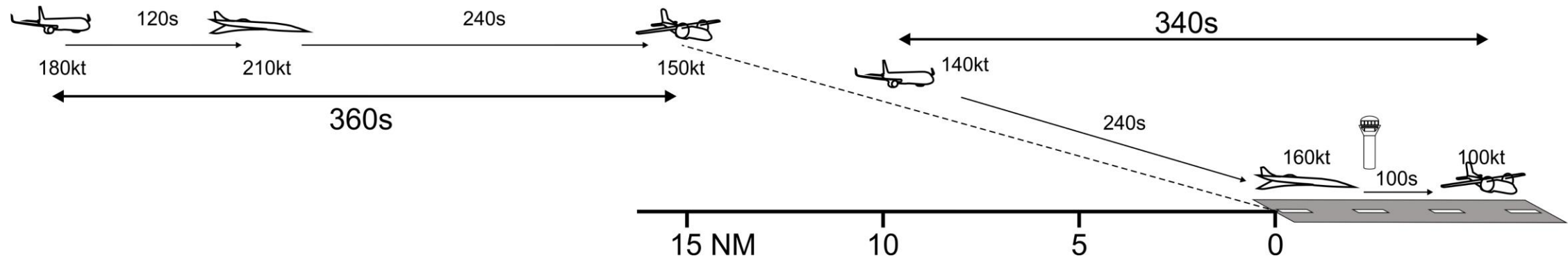
	Maximale Energieeffizienz	Kürzere Tür-zu-Tür Zeiten
Szenario	CO ₂ - und Fuel-Kosten einsparen → Low-Cost Carrier	CO ₂ - und Fuel-Kosten können auf Ticketpreis umgelegt werden → Premium Carrier
Ableitung	Elektrische und effiziente Flugantriebe → So langsam wie ökonomisch und ökologisch sinnvoll	So schnell wie möglich fliegen
Umsetzung	Elektrische Kurzstreckenflugzeuge → Fluggeschwindigkeitswerte begründet niedriger, aber Größenordnung der Abweichung noch nicht eindeutig, daher Untersuchung von einem Geschwindigkeitsbereich	Neue Überschallflugzeuge → Werte auf Grundlage der Concorde

Problemstellung – Auswirkung von Increasing Diverse Operations

Heutige Situation

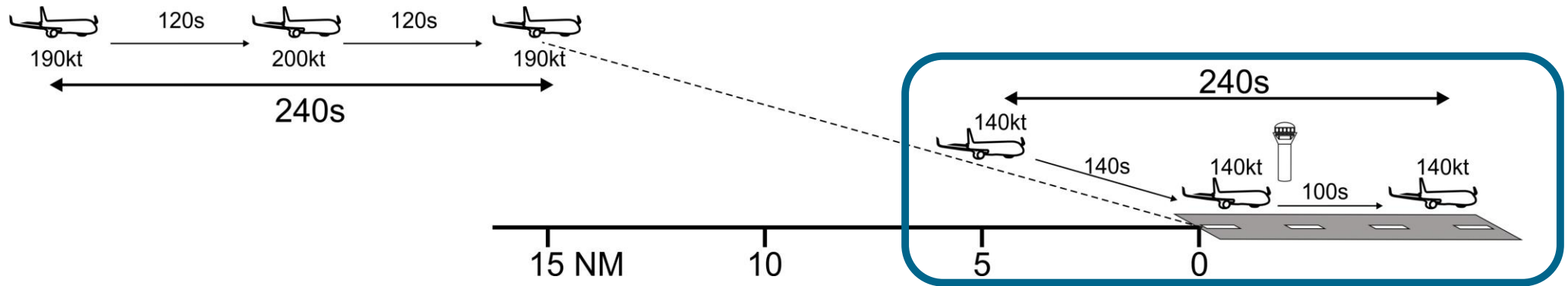


Zukünftig (IDO)

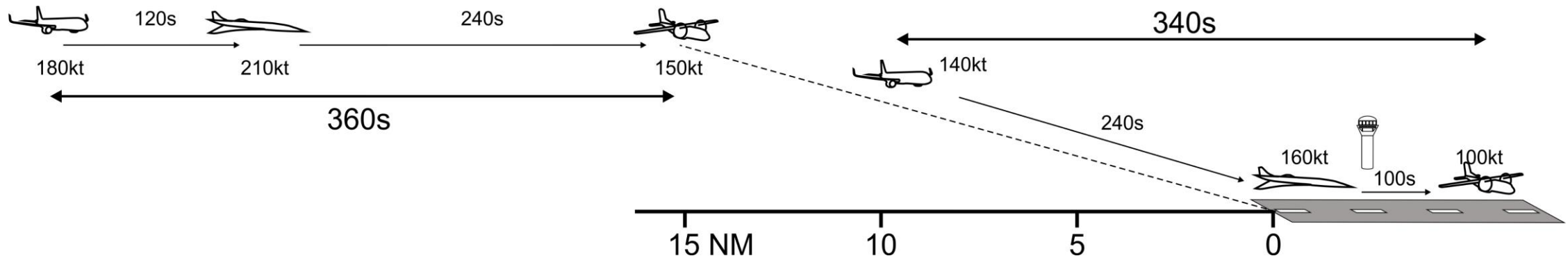


Problemstellung – Auswirkung von Increasing Diverse Operations

Heutige Situation

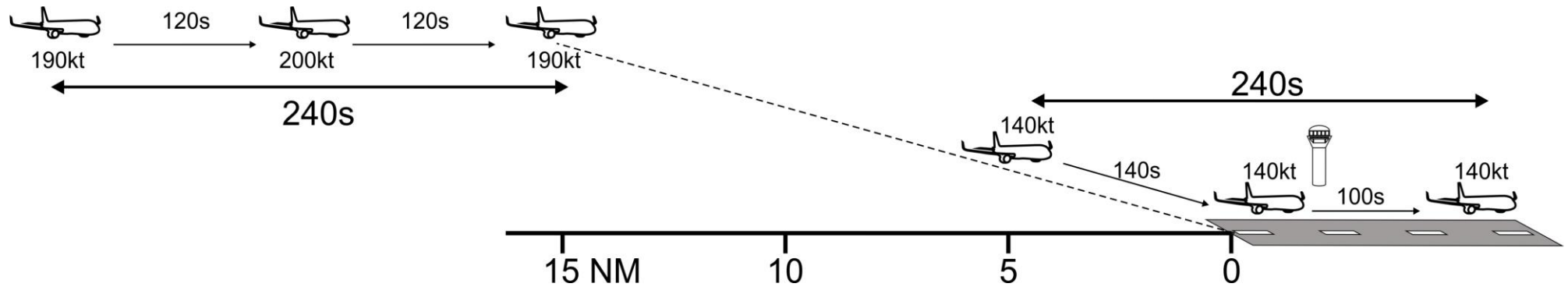


Zukünftig (IDO)

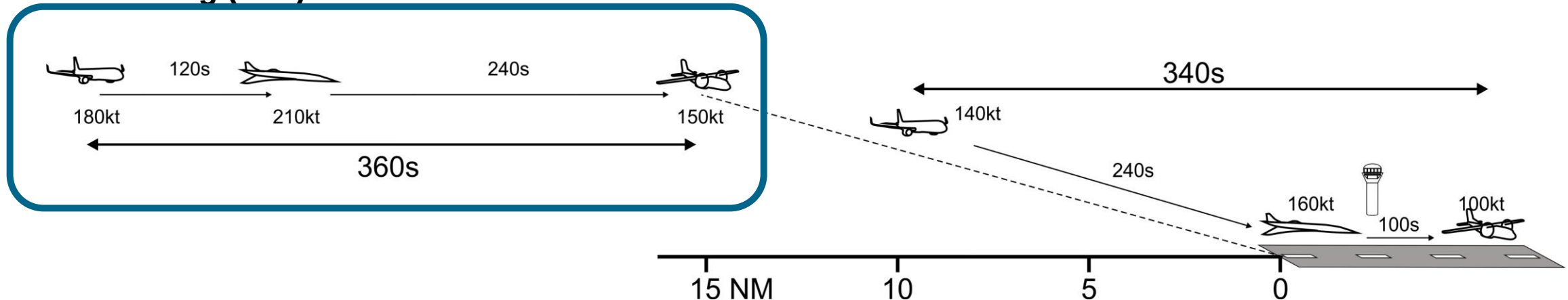


Problemstellung – Auswirkung von Increasing Diverse Operations

Heutige Situation

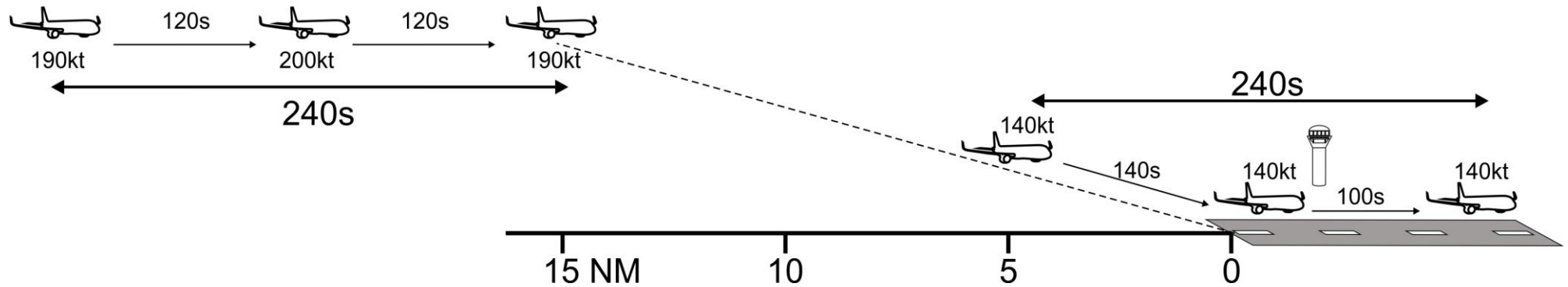


Zukünftig (IDO)

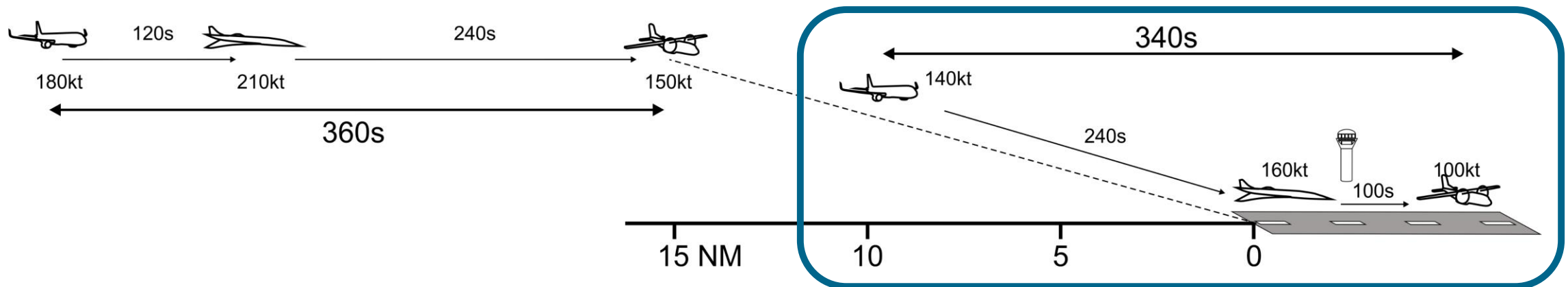


Problemstellung – Auswirkung von Increasing Diverse Operations

Heutige Situation

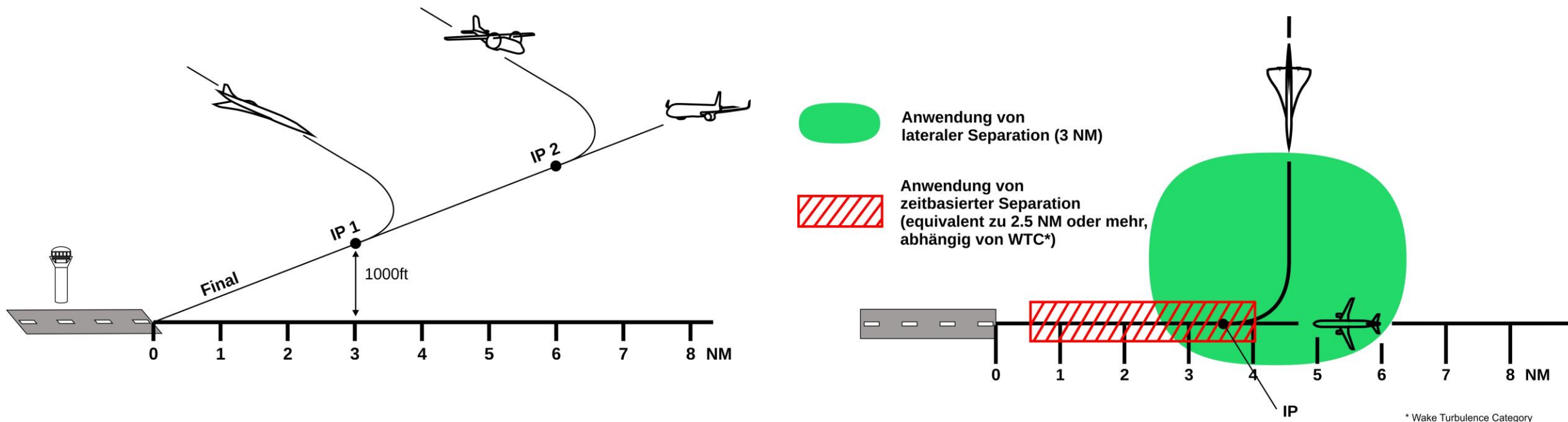


Zukünftig (IDO)



Separation von unterschiedlichen Fluggeschwindigkeiten

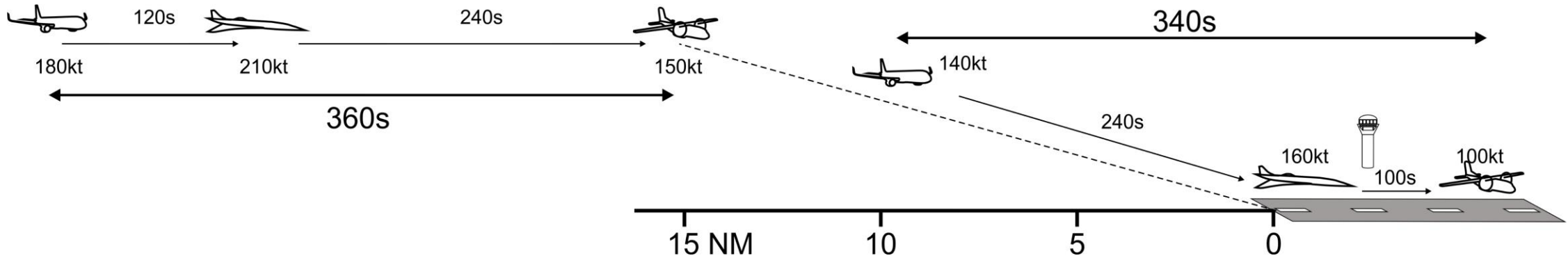
- Trennung nach Geschwindigkeitsprofilen
 - Reduzierung der notwendigen Separationspuffer bei Geschwindigkeitsunterschieden
 - Möglichst späte Zusammenführung von unterschiedlichen Fluggeschwindigkeitsprofilen
- Flugführung auf optimierten Flugwegen je nach Geschwindigkeitsprofil in Relation zu den Geschwindigkeitsprofilen von potenziellem Konflikt-Verkehr



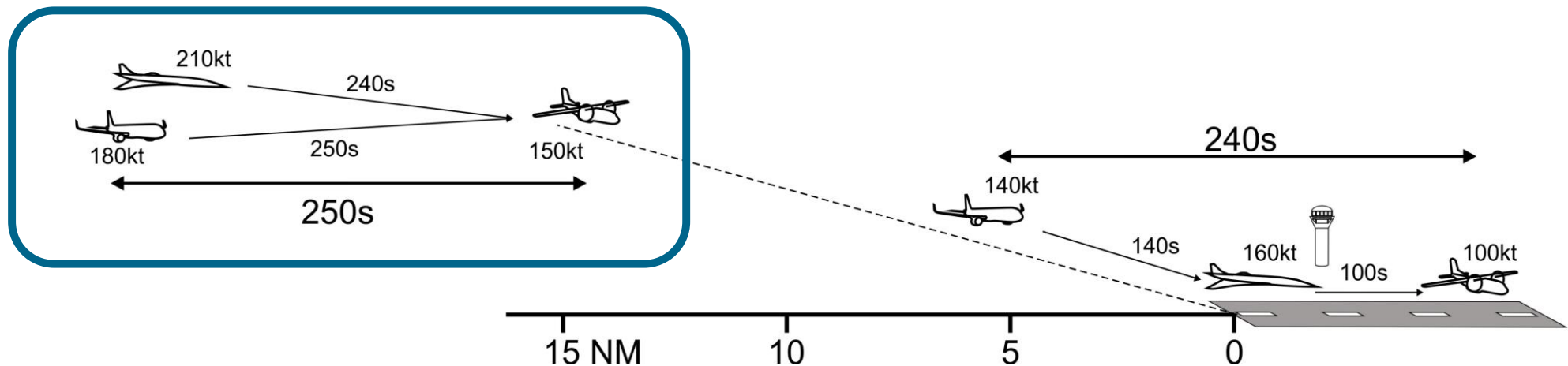
Graphische Veranschaulichung – Auswirkungen von SGIP



Increasing Diverse Operation

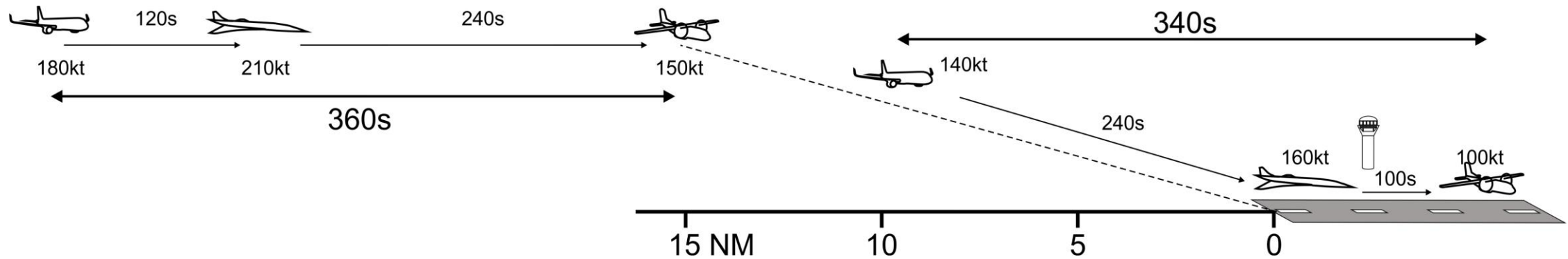


Speed Gated Intercept Procedure

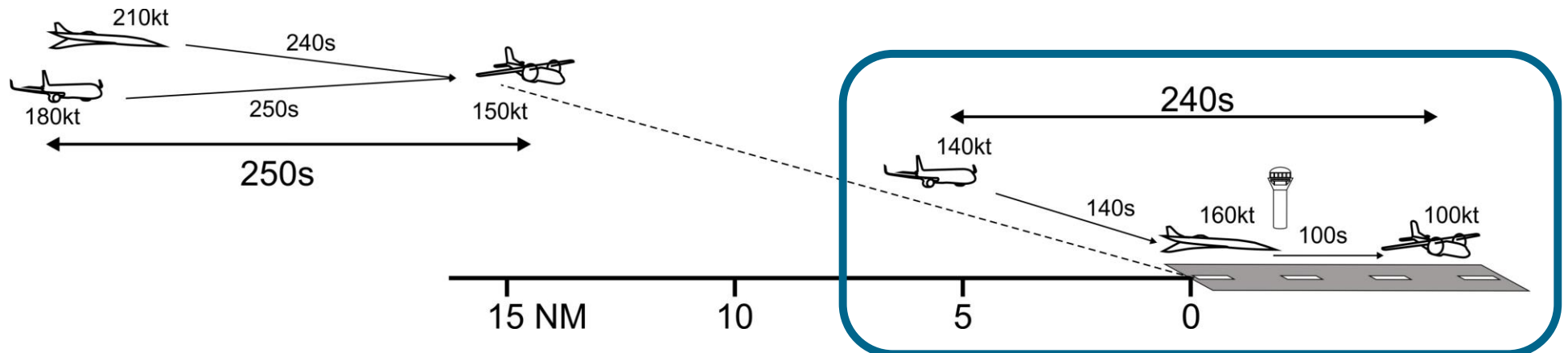


Graphische Veranschaulichung – Auswirkungen von SGIP

Increasing Diverse Operation



Speed Gated Intercept Procedure



Baseline auf Grundlage von London Heathrow (EGLL)

- Operation am Kapazitätslimit
- Single Mode Operation - Teilung in eine Departure und eine Arrival Runway
- Strikte Geschwindigkeitsstaffelung

Auswahlkriterium Wetter

- Hochdruckwetterlage (keine Gewitter oder Schauer, insgesamt wenig wetterbedingte Anomalien)
- Schwachwindig (Auswertung der Flugdaten)

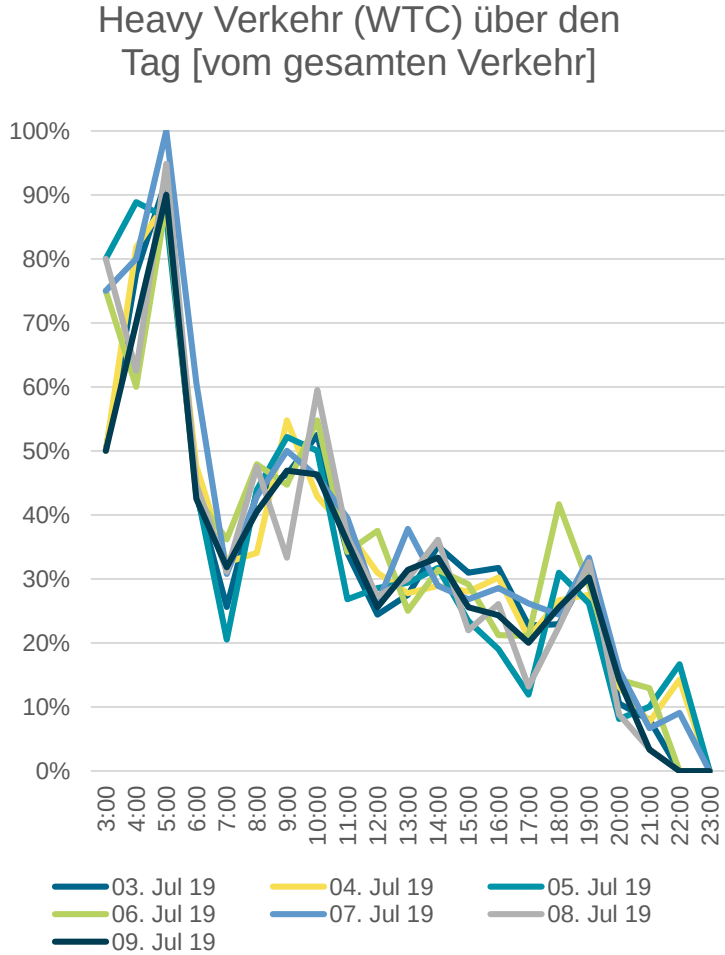
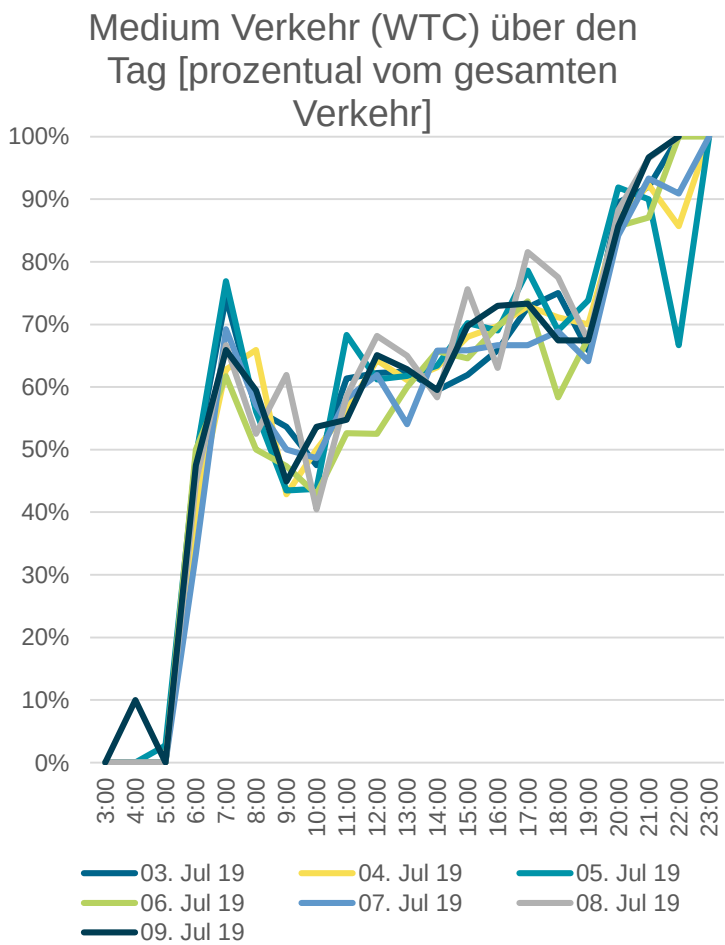
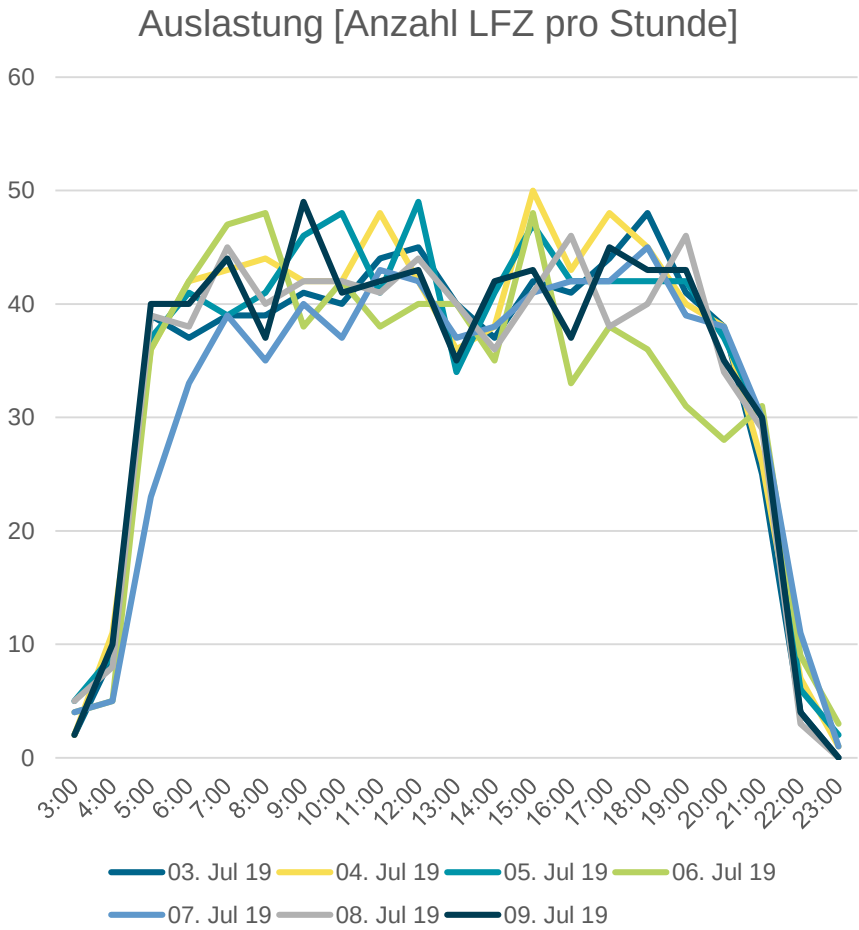
Verkehrsszenario

- Verkehrsszenario erstellt mittels Flight Radar 24 Daten und aufbereitet mit DLR-Tool RouGe

Annahme für Szenario-Zeitraum

- Zeitraum in den Sommermonaten Juli – September (besonders viele Flugbewegungen)
- Zeitraum innerhalb der Wochentage, Tagesstunden, Verkehrsmix, Bahnnutzung sowie Auslastung

Baseline – Auswahl Szenario-Zeitraum

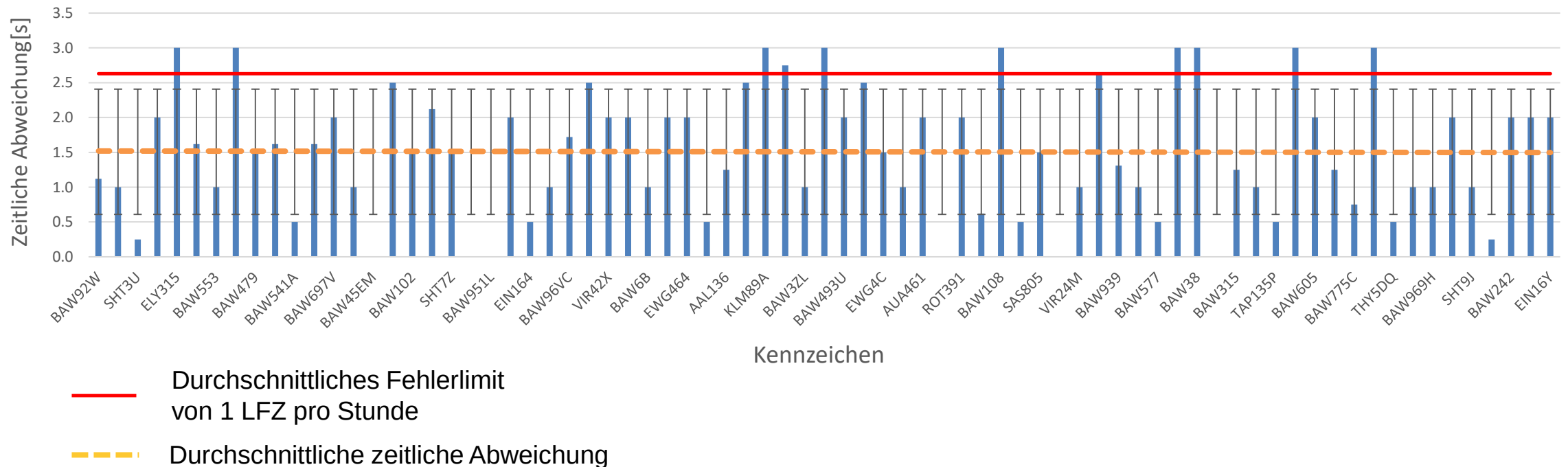


Baseline - Qualitative Auswertung in der Simulation



Qualitative Auswertung über zeitliche Abweichung der Simulation zu Realität

- Kriterium: Abweichung der simulierten gegenüber realer Landezeit
- Definiertes Limit für durchschnittl. Abweichung: Max. 2.6 Sekunden im Durchschnitt
- Erreichte Abweichung: Durchschnittlich 1.5 Sekunden



- **Baseline**
(4. Juli 2019 12-14 Uhr UTC)

- 75 LFZ in 2:01 Stunden



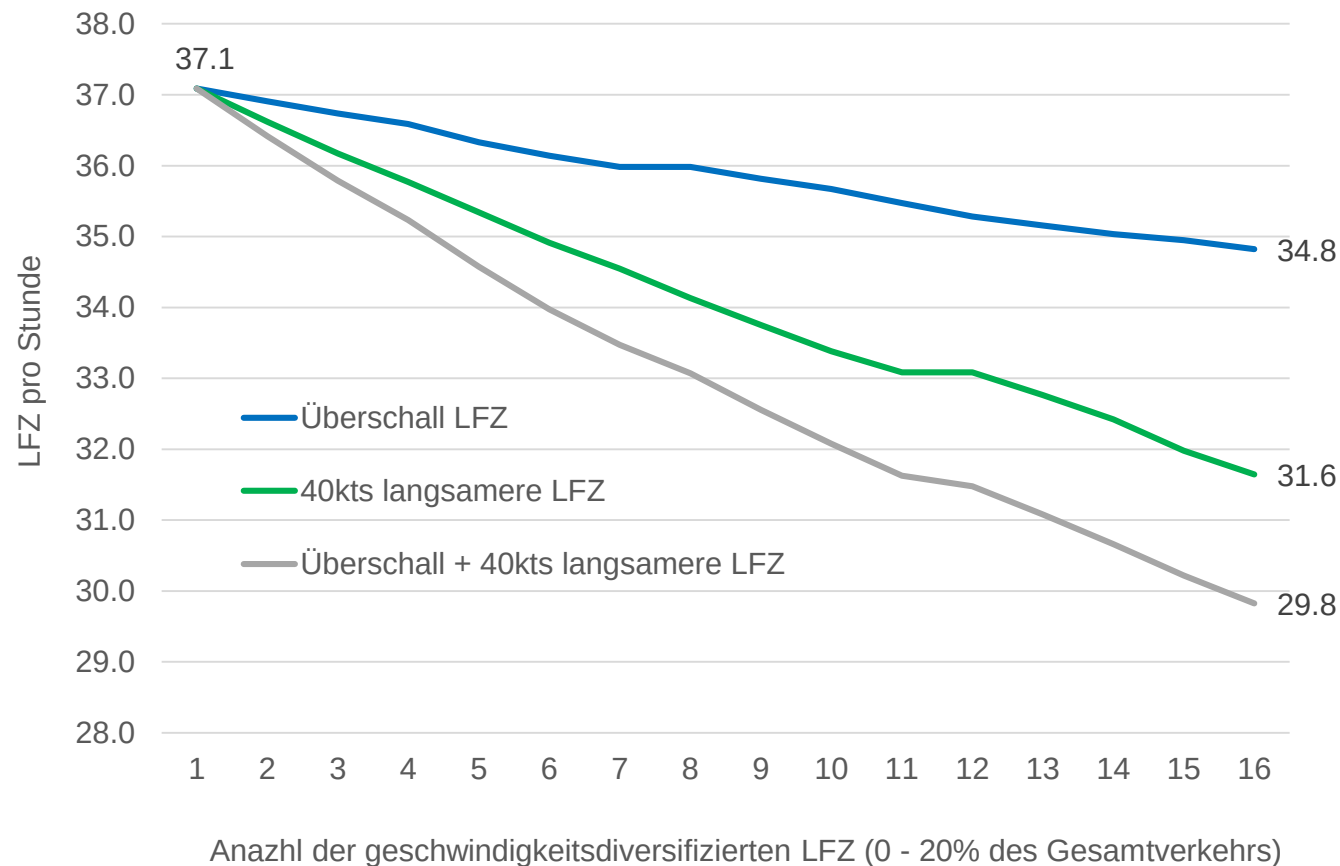
- **IDO** mit 20% Überschall-LFZ
+ 20% um 40 Knoten
langsameren LFZ

- 75 LFZ in 2:26 Stunden



IDO – Kapazitätsverlust durch unterschiedliche Geschwindigkeiten

Verbleibende Anflugkapazität im Vergleich zur Baseline

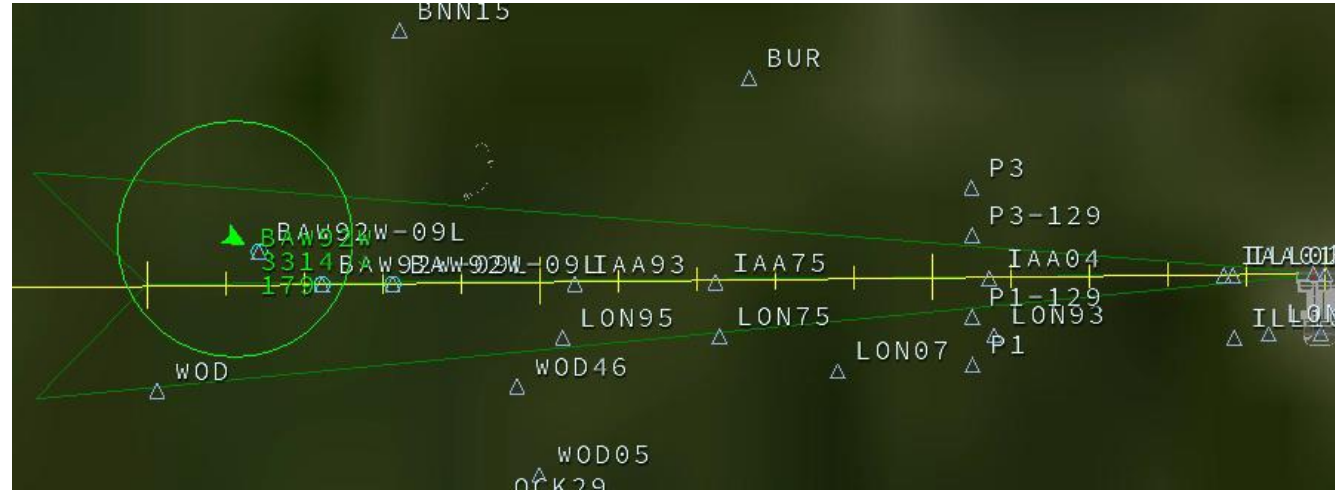


- Langsamere Flugzeuge: Parameterbereich von 10 bis 40 Knoten langsamer als Baseline LFZ
- Schnellere Flugzeuge: Flugleistungsparameter der Concorde (~ 20 Knoten schneller)

SGIP – BlueSky Simulationen

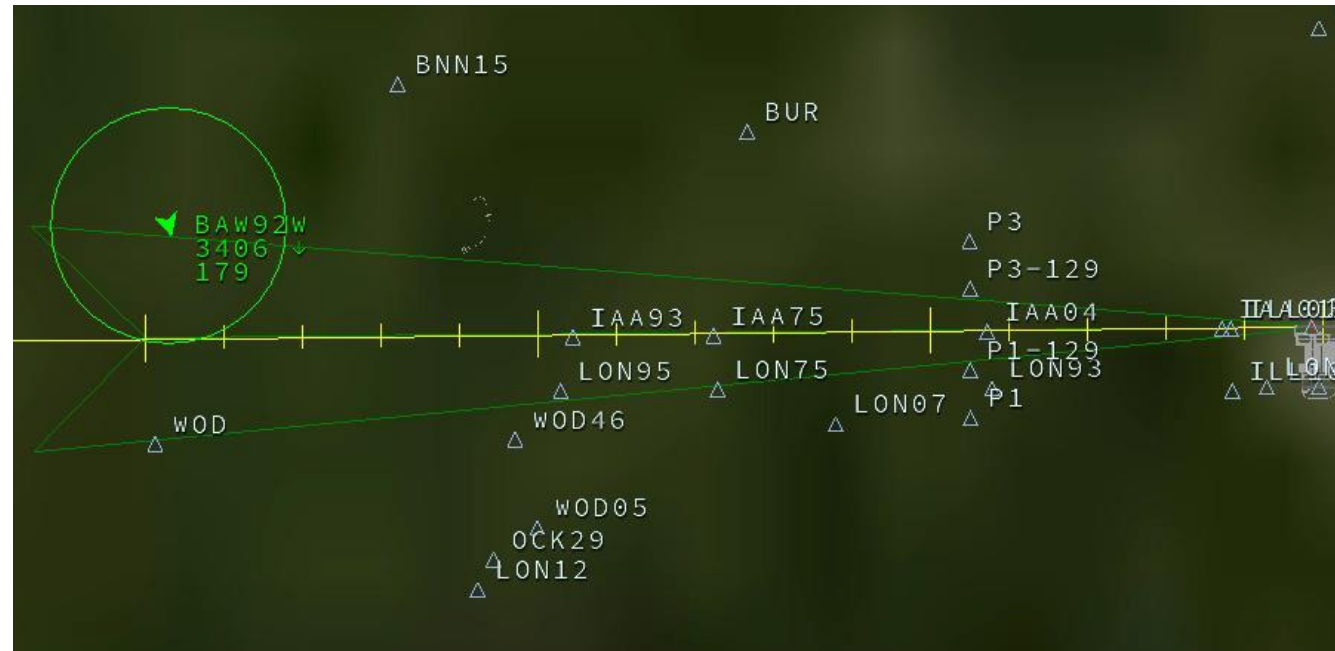
- **IDO** mit 20% Überschall-LFZ
+ 20% um 40 Knoten
langsameren LFZ

- 75 LFZ in 2:26 Stunden



- **SGIP** mit 20% Überschall-LFZ
+ 20% um 40 Knoten
langsameren LFZ

- 75 LFZ in 2:17 Stunden

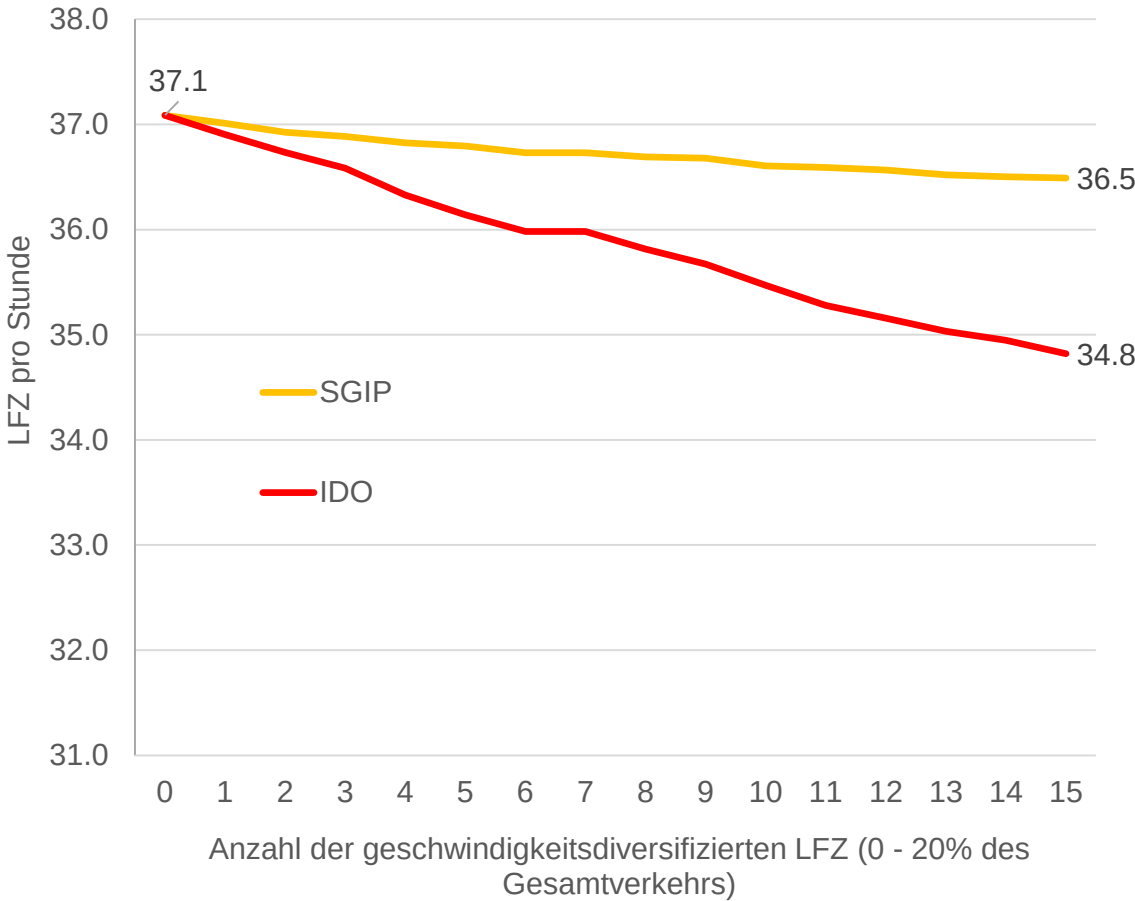


Anflugkapazität bei Einführung SGIP

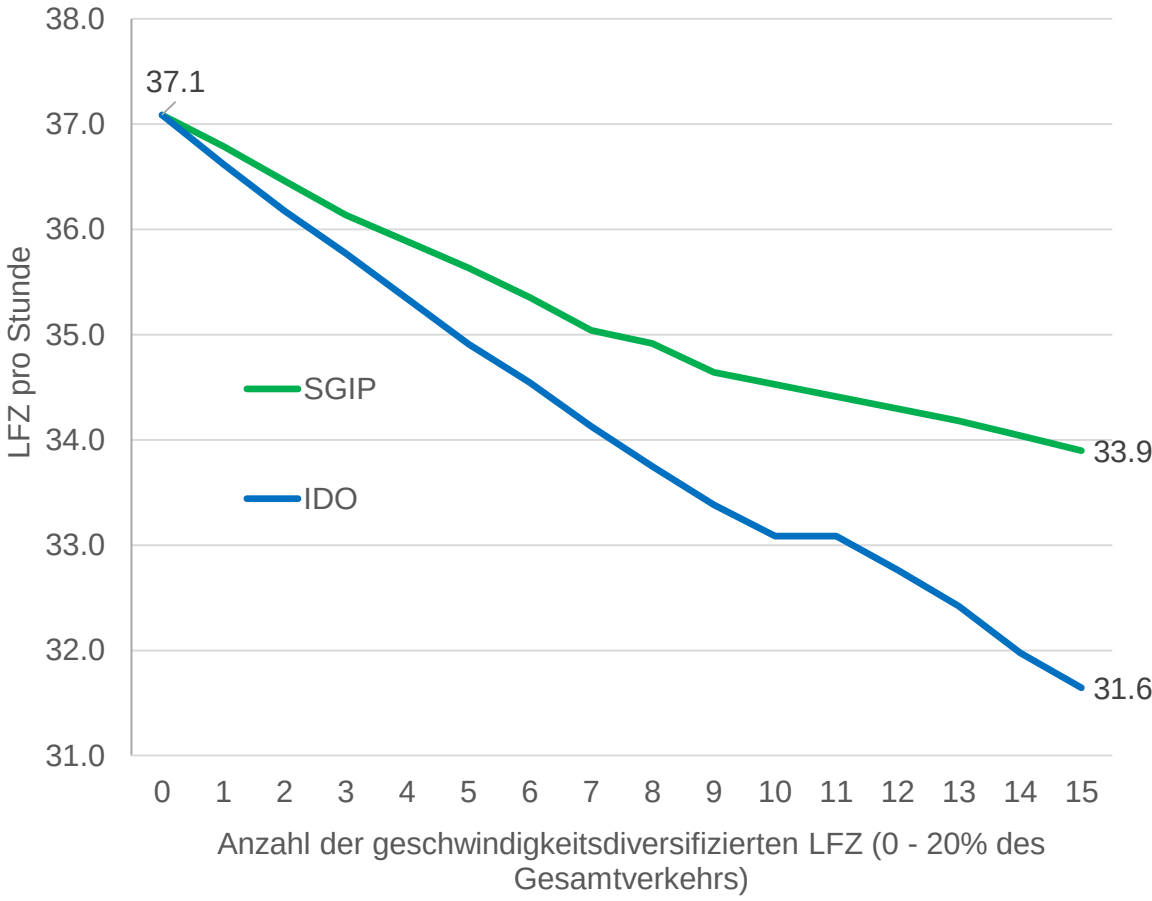
Vergleich IDO - SGIP



Überschall-LFZ



40 Knoten langsameren LFZ

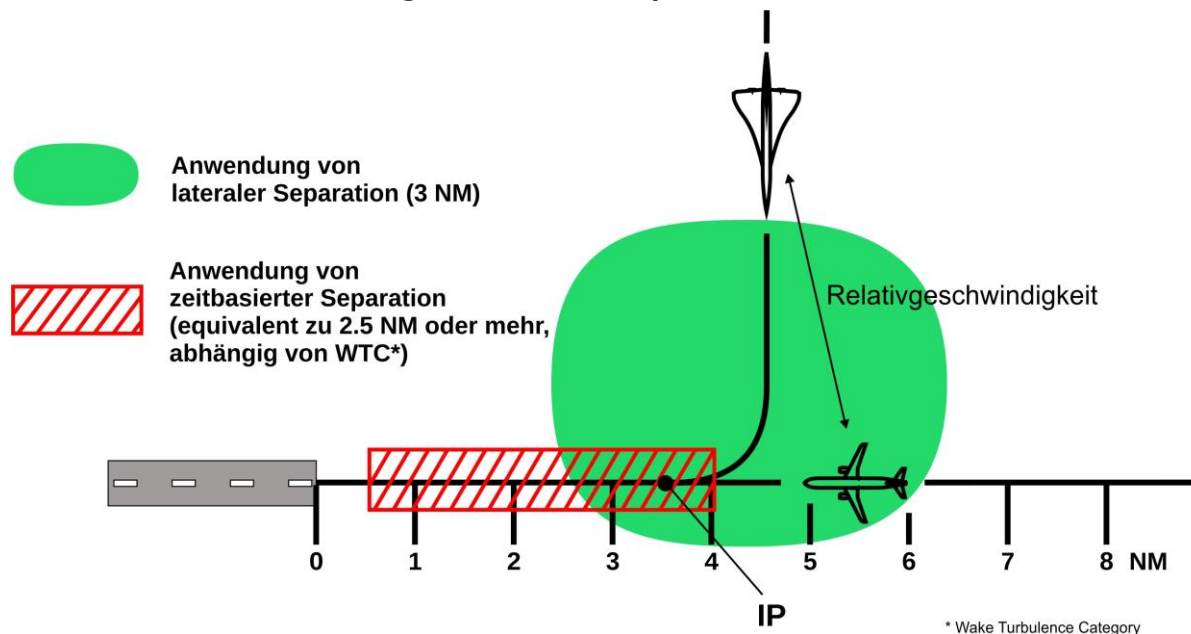


Anflugkapazität bei Einführung SGIP

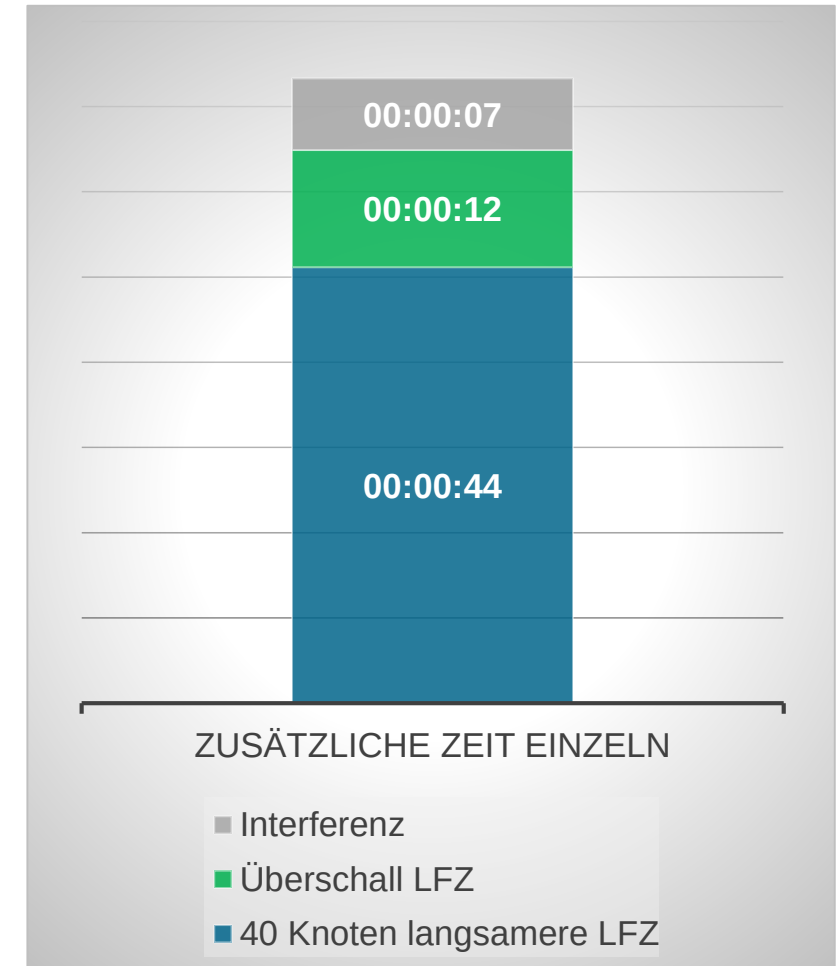
Zeitverlust durch Interferenz

Kombination langsamere UND schnellere LFZ:

- Kapazität: 33 LFZ/Stunde
- Zusätzlicher Kapazitätsverlust durch Interferenz
 - Durch Übergang von lateraler zu time-based Separation
 - Bedingt durch veränderliche Relativgeschwindigkeiten bei Annäherung an Intercept Point

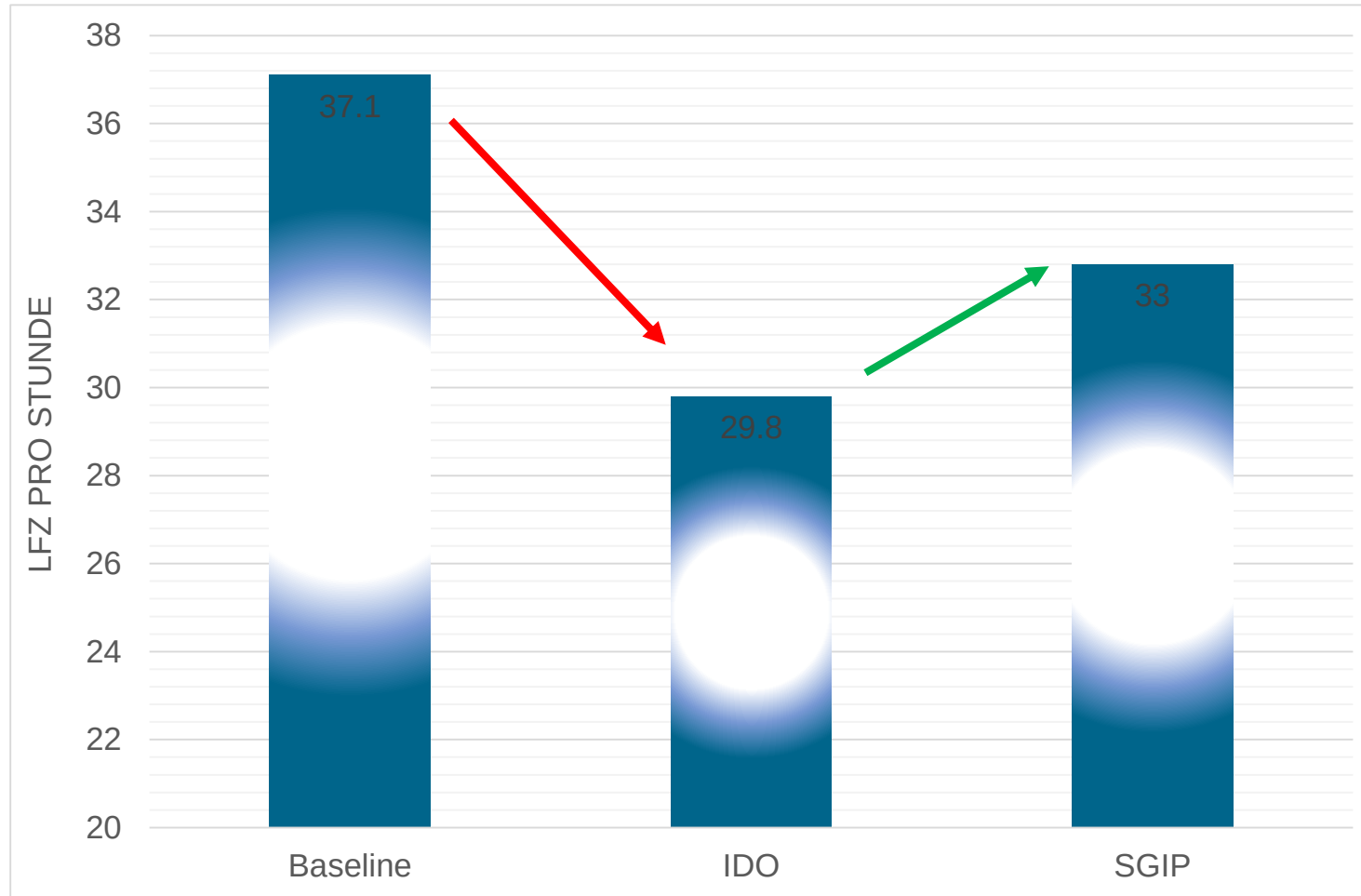


Durchschnittlicher Zeitverlust pro Kombination (schnelles UND langsames LFZ)



Ergebnisse

Kapazität in den Szenarien normiert auf eine Stunde



→ Bis zu 20% Kapazitätsverlust durch Einführung von IDO

→ Kompensation von bis zu 40% der IDO-induzierten Kapazitätsverluste durch SGIP Verfahren

Nächstes Ziel – SGIP im Arrival Manager



Lotsenunterstützung durch zeitbasierte Planungshilfe für konfliktbereinigte Flugführung unter IDO-Bedingungen

- Operationelles Konzept zur SGIP Führungsunterstützung
- Entwicklung von optischen und numerischen Unterstützungsfunktionen für Approach-Lotsen

An aerial photograph taken from the perspective of someone on an airplane, looking out over a coastal city and a large body of water at sunset. The wing of the aircraft is visible in the upper left corner, extending diagonally across the frame. The sky is a mix of soft pinks, oranges, and blues. The water below is a deep blue, with some whitecaps and a few small boats. The city is densely packed with buildings, and the coastline is visible with some green spaces and a beach area. The overall mood is peaceful and scenic.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit