

Flughafen Berlin Brandenburg International

**Bodengebundene luftseitige Betriebskonzepte
Stand 12.04.2011**

Aufgabenstellung

Analyse bodengebundener luftseitiger Betriebskonzepte

- ▶ **Einordnung des Themas Betriebskonzepte in den Prozess der Realisierung von BBI**
- ▶ **Definition verschiedener Bahnnutzungskonzepte aus Sicht der bodenseitigen Infrastruktur (Start/Landebahnsystem, Abrollwege, Rollwege, Vorfelder)**
- ▶ **Simulation und Analyse der bodengebundenen Bahnnutzungskonzepte (Anflug inkl. Final-Approach; Abflug bis zum SID)**
- ▶ **Ableitung und Begründung einer Empfehlung**

Hintergrund – Planfeststellung, Realisierung und Inbetriebnahme

Grundlagen der Planfeststellung

▶ **Planrechtfertigung & Begründung:**

- Masterplanung (u.a. Flugbetriebsflächen),
- Hochbauten,
- Allgemeine Betriebskonzepte,
- ...



Realisierung der ersten infrastrukturellen Ausbaustufe



Grundlagen der Inbetriebnahmeplanung

▶ **Aktueller Kapazitätsnachweis:**

- Berechnung der infrastrukturellen Kapazität,
- Definition der zukünftigen Betriebskonzepte,
- Nachweis der betrieblichen Kapazität,
- ...

▶ **Erforderliche Fachgutachten:**

- Prognose des Verkehrsaufkommens
Ausbaubedarf (Zeitraum 15 Jahre),
- Herleitung des Kapazitätsangebots,
- ...

▶ **Prognose der Kapazitätsnachfrage:**

- Herleitung der Inbetriebnahmeflugpläne
Kurzfristprognose (Zeitraum 2 Jahre),
- Herleitung des Koordinationseckwerts
(Balance zwischen Nachfrage und Angebot),
- ...

- ▶ **Angebotsseite – Genehmigungslage PFB**
- ▶ Nachfrageseite – Aktuelle Verkehrsentwicklung
- ▶ Bodengebundene luftseitige Betriebskonzepte
- ▶ Betriebsmodus versus Pünktlichkeit
- ▶ Zusammenfassung

Angebotsseite – Genehmigungslage laut Planfeststellungsbeschluss

► Prognostizierte Verkehrsnachfrage laut PFB vom 13.08.2004:

- 2015 Passage: 252.000 Bew./a; 22,8 Mio. Pax/a,
- 2020 Passage: 280.000 Bew./a; 27,1 Mio. Pax/a,
- 2023 Passage: 301.000 Bew./a; 30,0 Mio. Pax/a,
- 2023* Passage: 329.000 Bew./a; 30,0 Mio. Pax/a,
- Zzgl. der sonstiger Flugbewegungen (Fracht, Reg./Mil., TAV, Fracht, etc.),
- 2023* Komplet: **360.000 Bew./a ; 30,0 Mio. Pax/a, inkl. sonstiger Flugbewegungen.**

(Planfeststellungsantrag, Gutachten M1: Verkehrsprognose und Modellflugplan; S. 23 ff., Fa. AvioPlan)

► Begründung des Infrastrukturbedarfs laut PFB vom 13.08.2004:

- „Die Planfeststellungsbehörde ist zu der Auffassung gelangt, dass mittelfristig und langfristig der Luftverkehr in Deutschland, in Europa und auch weltweit weiterhin kontinuierlich zunehmen wird.

...

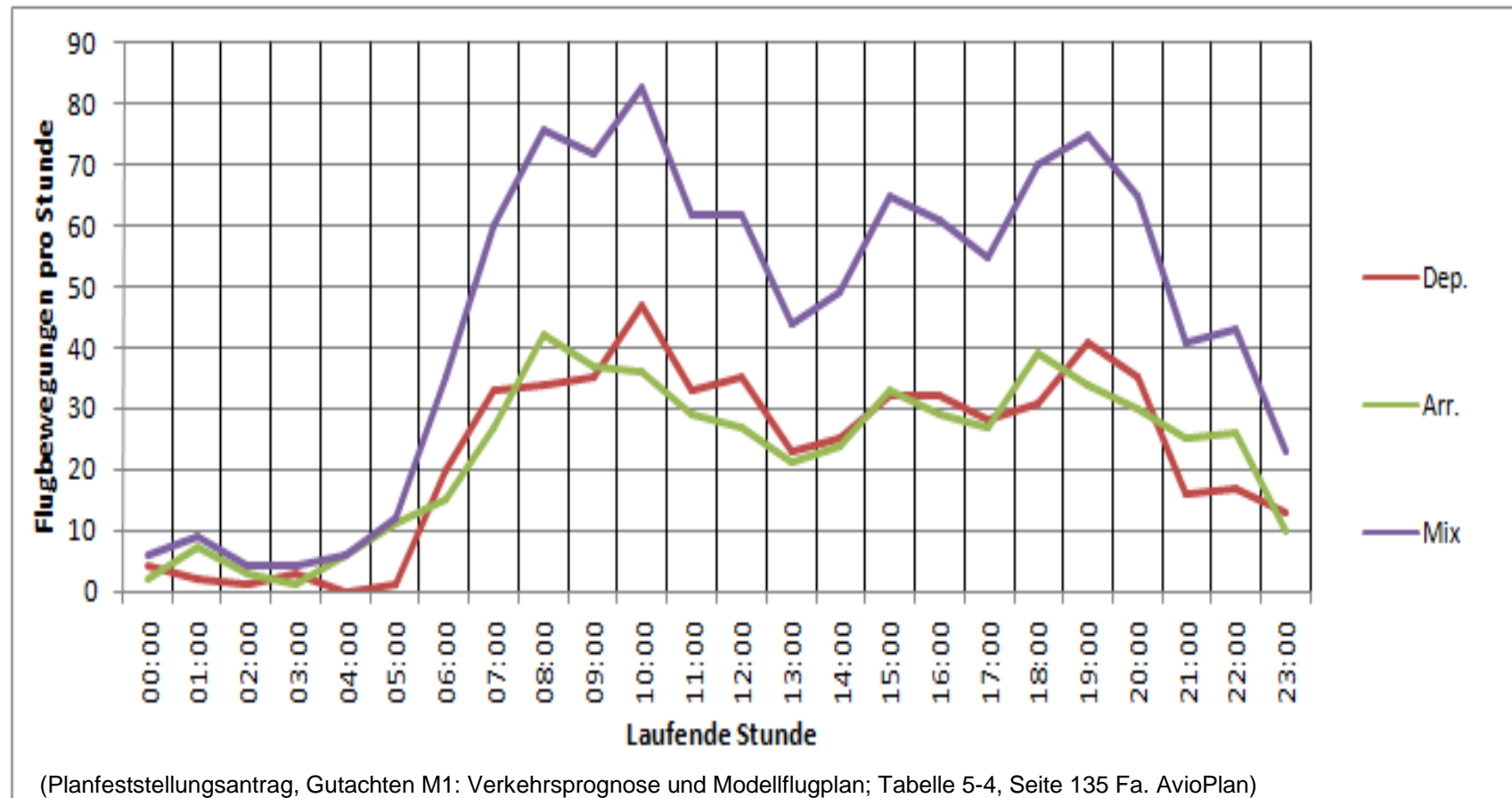
Diese Voraussetzungen werden nach Auffassung der Planfeststellungsbehörde von der vorgelegten Verkehrsprognose zweifellos erfüllt. Diese Auffassung der Planfeststellungsbehörde wird zudem durch eine von der Firma Intraplan Consult GmbH im Juni 2002 durchgeführte Plausibilitätsprüfung bestätigt.“

(Planfeststellungsbeschluss 44/1-6441/1/101; Teil C – Entscheidungsgründe; S.355; Kapitel 4.2 Zukünftige Entwicklung)

Genehmigungslage – Prognose der Verkehrsnachfrage 2023*

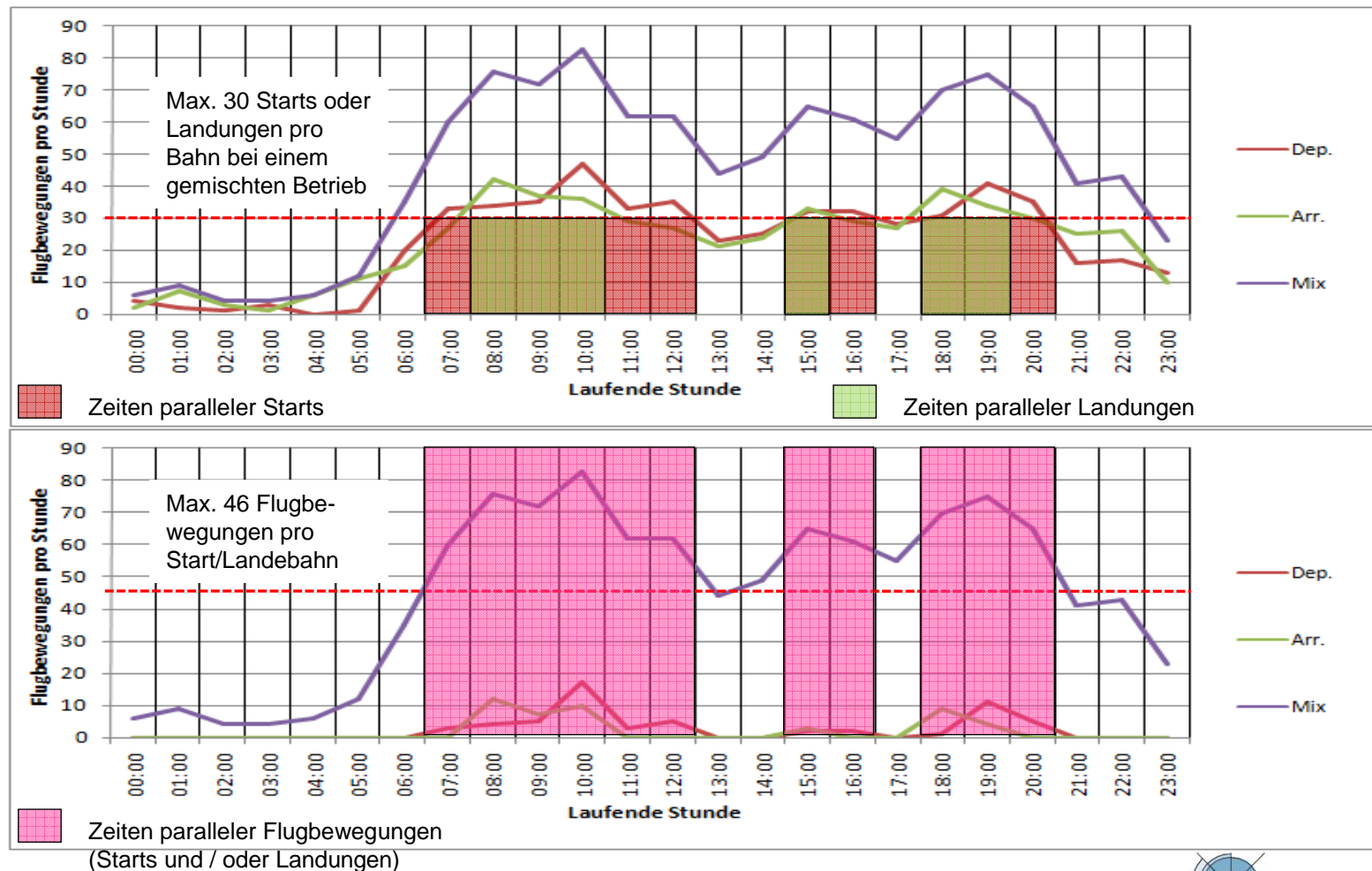
► **Prognostizierte Verkehrsnachfrage laut PFB vom 13.08.2004 (2023*, nur Passage):**

- 2023* Passage: Auf Blockstunden basierendes Flugplangerüst (Ankunft, Abflug, Summe)



Prognose der Verkehrsnachfrage 2023* - Betriebliche Interpretation

► Interpretation des Flugplangerüsts (2023*, nur Passage):



Genehmigungslage – Infrastrukturbedarf 2023*

► Begründung des Infrastrukturbedarfs laut PFB vom 13.08.2004:

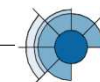
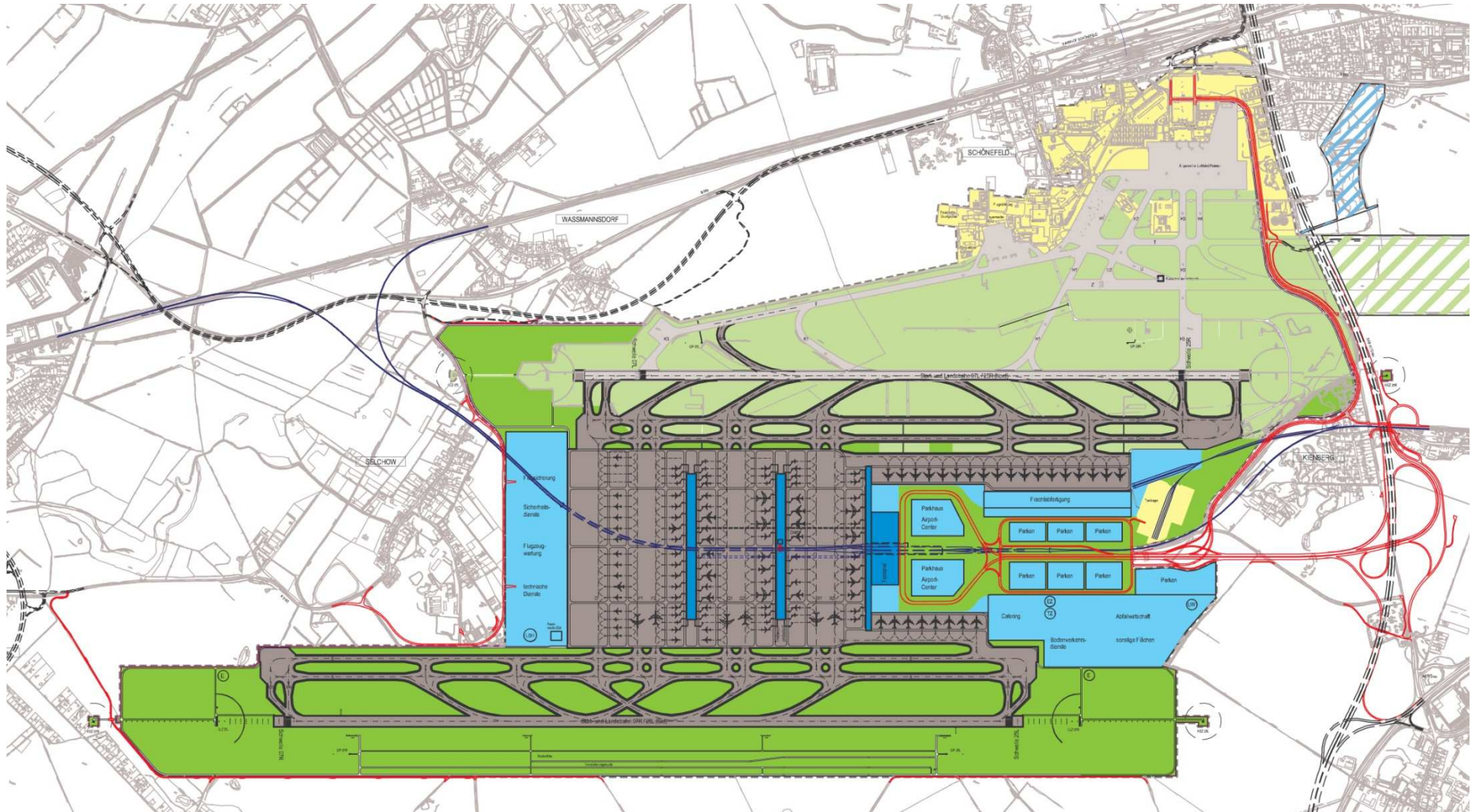
- „Das planfestgestellte Vorhaben, insbesondere die Neuanlage der Start- und Landebahn Süd mit einer Länge von 4.000 m und die Anbindung des Verkehrsflughafens Berlin-Schönefeld über Straße und Schiene, ist vor dem Hintergrund des wachsenden Verkehrsbedarfs und der Schließung der innerstädtischen Flughäfen Berlin-Tegel und Berlin-Tempelhof durch die Zielsetzungen des Luftverkehrsgesetzes gerechtfertigt und vernünftigerweise geboten.“

(Planfeststellungsbeschluss 44/1-6441/1/101; Teil C – Entscheidungsgründe ; S.327; Kapitel 2 Planrechtfertigung)

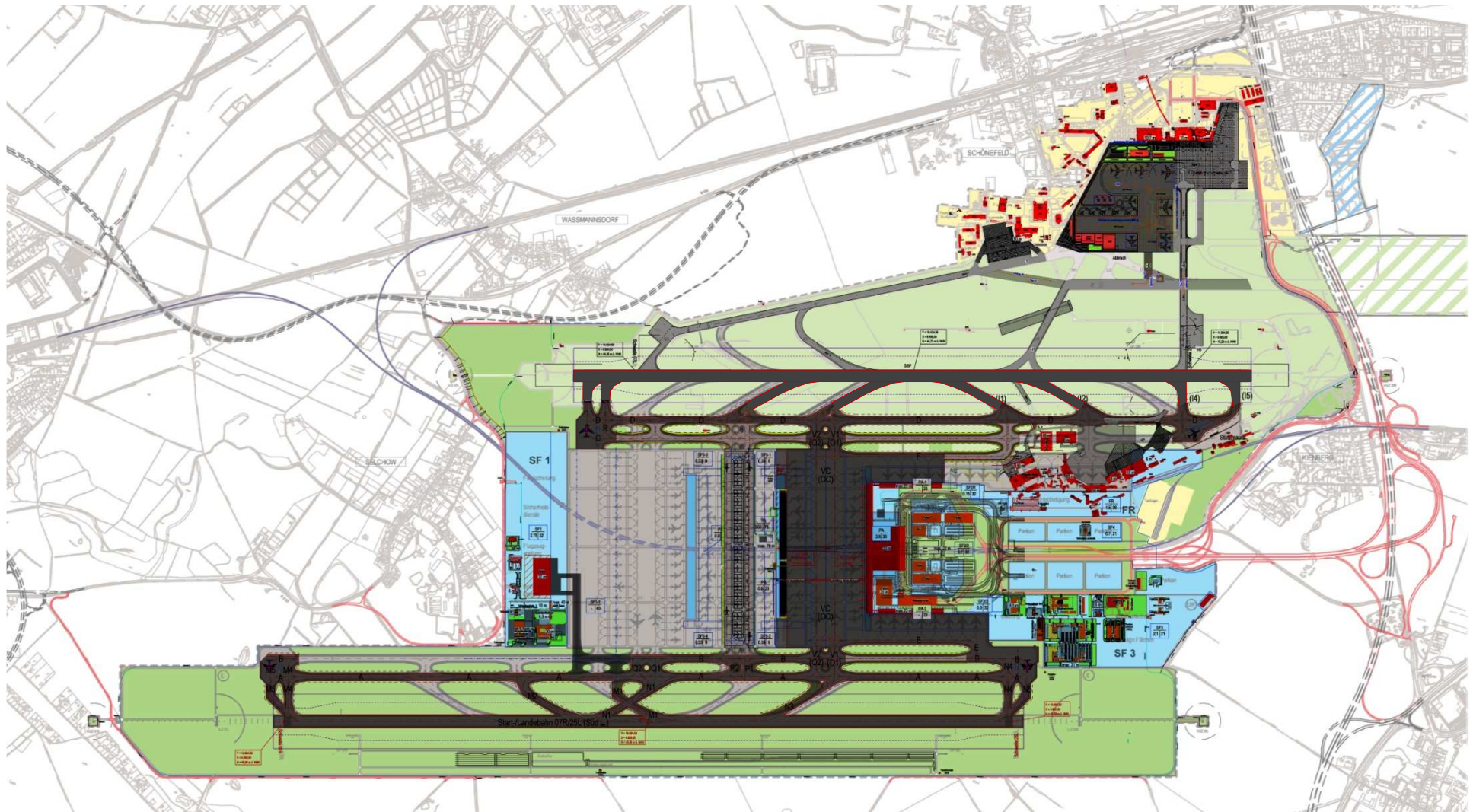
► Fazit:

- Bereits im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens wurde von einem unabhängigen Parallelbahnbetrieb ausgegangen und dieser mit dem Planfeststellungsbeschluss genehmigt. Der Planfeststellungsbeschluss wurde nachfolgend höchstrichterlich bestätigt.
- Das im Flugplangerüst der Verkehrsprognose zugrunde gelegte Betriebsverfahren unterstellt eine betriebliche Mischung aus 30 Starts und 15 Landungen pro Bahn und vice versa. Für den Prognosezeitraum 2023* wurde zudem von einem Bedarf der unabhängigen Parallelbahnnutzung für den Tageszeitraum ausgegangen.

Genehmigungslage – Infrastrukturbedarf 2023* (360.000 Bew./a)



Realisierte Infrastruktur 2012 (ausreichend bis ca. 280.000 Bew./a)



Genehmigungslage – Betriebskonzept 2023*

► Begründung des Betriebskonzepts laut PFB vom 13.08.2004:

- „Die an das beantragte Ausbauvorhaben gestellten betrieblichen Anforderungen werden von dem System aus zwei parallelen Start- und Landebahnen mit einem Achsabstand von 1.900 m, welches für einen unabhängigen Flugbetrieb ausgelegt ist, erfüllt.“

(Planfeststellungsbeschluss 44/1-6441/1/101; Teil C – Entscheidungsgründe; Seite 409; Kapitel 7.1.2.1 Betriebliche Anforderungen)

- „Um das den Planungen zugrunde liegende Verkehrsaufkommen von 360.000 Flugbewegungen mit einem Zweibahnssystem bewältigen zu können, ist es erforderlich, dass die beiden Bahnen unabhängig voneinander betrieben werden können.“

(Planfeststellungsbeschluss 44/1-6441/1/101; Teil C – Entscheidungsgründe; Seite 409; Kapitel 7.1.2.1.2 Parallelflygbetrieb)

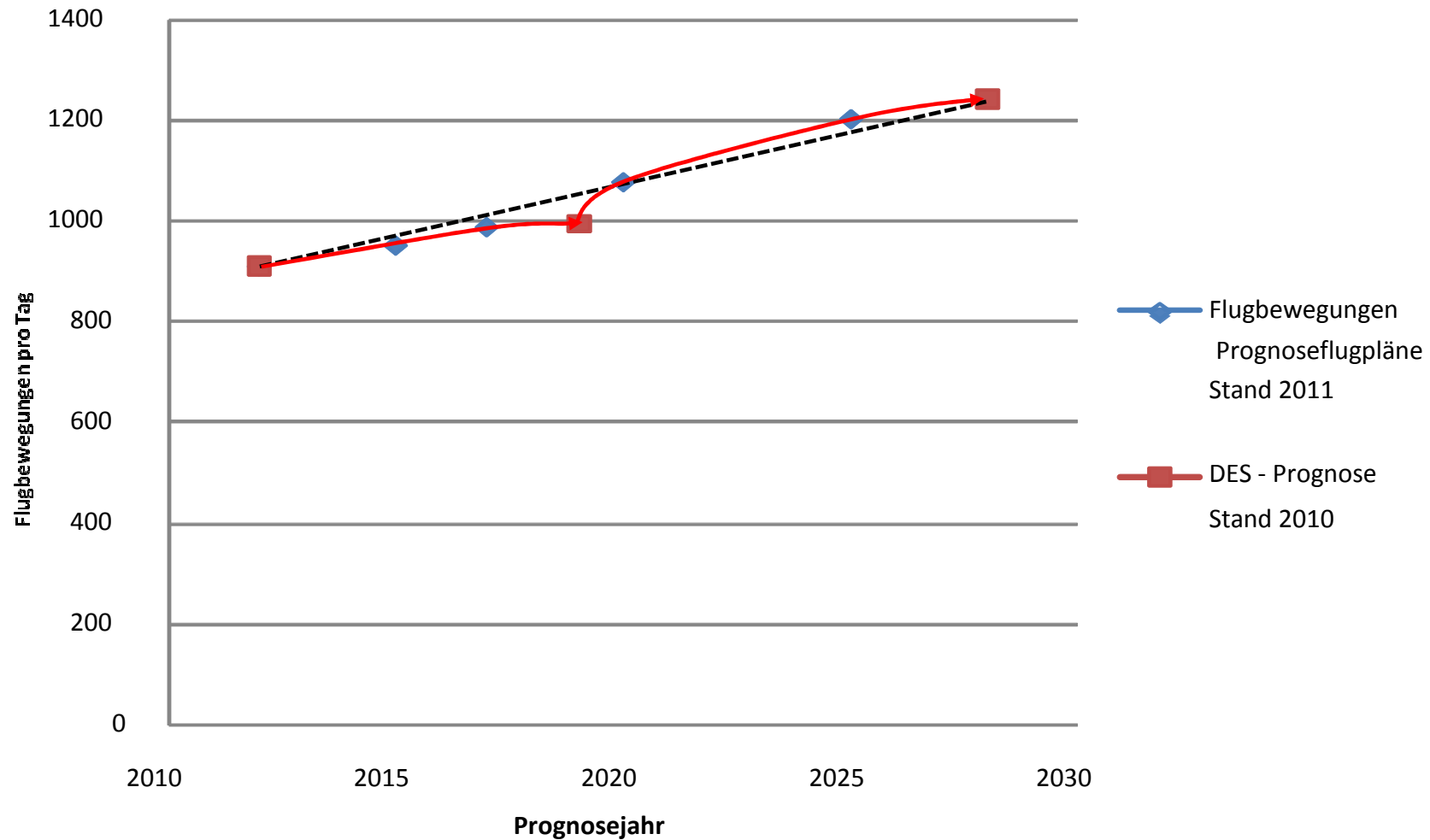
- „Hinsichtlich der Nutzung der beiden Start- und Landebahnen ist nach Auskunft der DFS aufgrund der am Verkehrsflughafen München gewonnenen Erfahrungen davon auszugehen, dass beide Start- und Landebahnen parallel für Starts und Landungen genutzt werden, so dass sich eine Verkehrsverteilung auf die beiden Bahnen von 50 % zu 50 % ergeben wird.“

(Planfeststellungsbeschluss 44/1-6441/1/101; Teil C – Entscheidungsgründe; Seite 416; Kapitel 7.1.4 Betriebskonzept)

- ▶ **Angebotsseite – Genehmigungslage PFB**
- ▶ **Nachfrageseite – Aktuelle Verkehrsentwicklung**
- ▶ **Bodengebundene luftseitige Betriebskonzepte**
- ▶ **Betriebsmodus versus Pünktlichkeit**
- ▶ **Zusammenfassung**

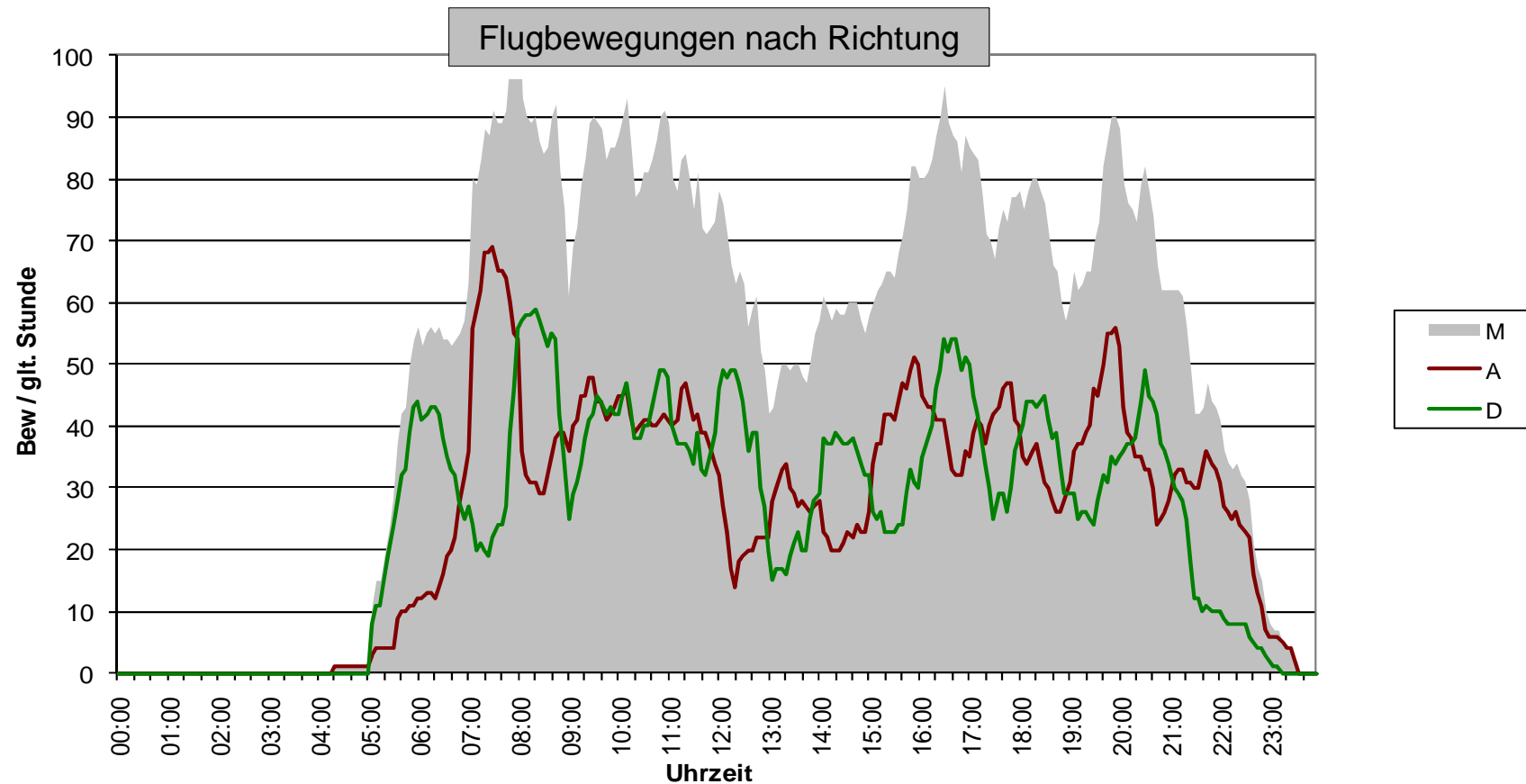
Prognose der Verkehrsnachfrage 2012 – 2028

Flugbewegungen



Prognose der Verkehrsnachfrage 2023*

- ▶ DES-Prognose: Prognoseflugplan 2025 mit 349.300 Bew./a (309.600 Bew./a Passage)

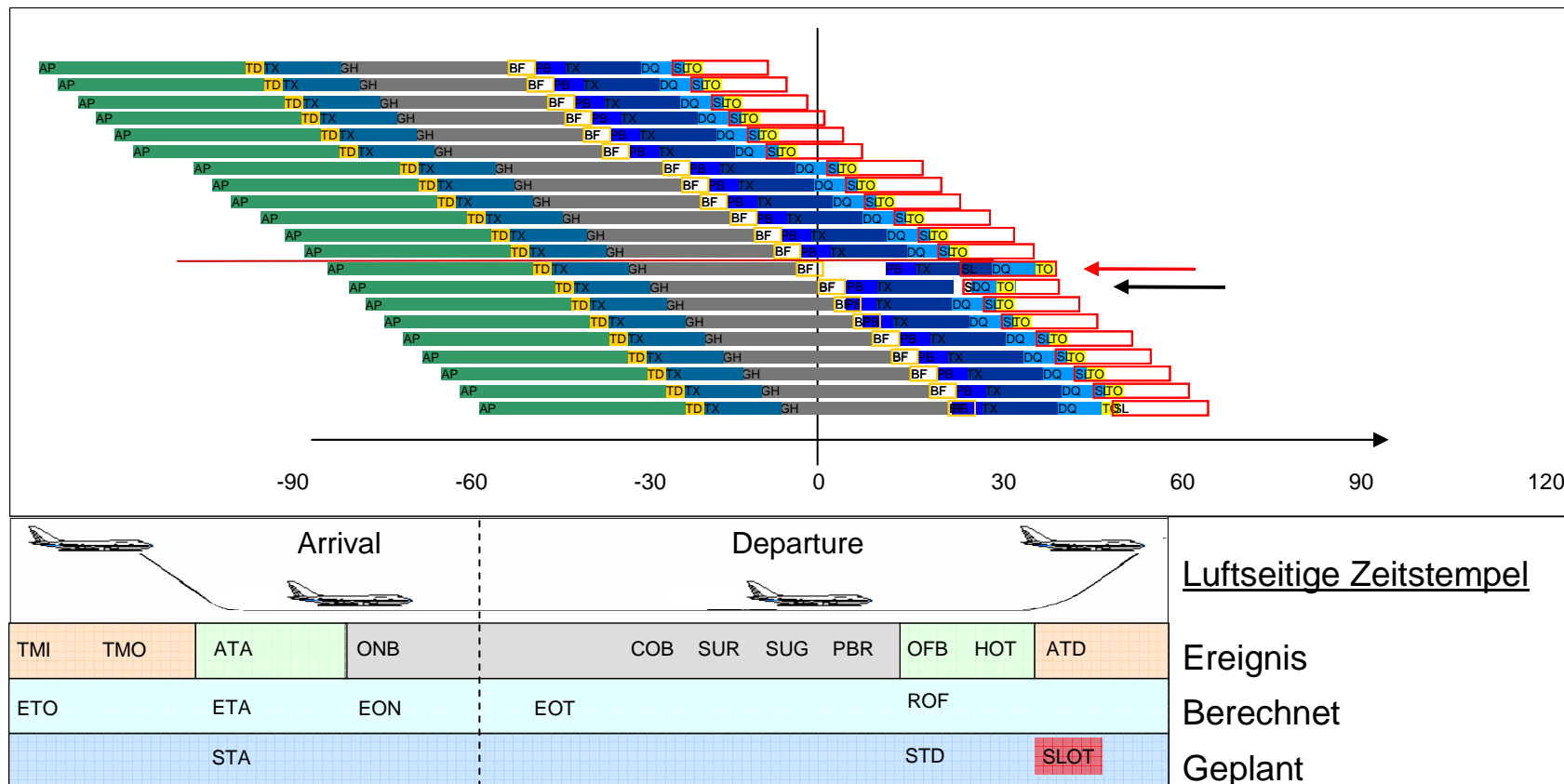


	Pax	Gesamt	A	D
Summe	1068	1204	607	597
Max	96	96	69	59

- ▶ **Angebotsseite – Genehmigungslage PFB**
- ▶ **Nachfrageseite – Aktuelle Verkehrsentwicklung**
- ▶ **Bodengebundene luftseitige Betriebskonzepte**
- ▶ **Betriebsmodus versus Pünktlichkeit**
- ▶ **Zusammenfassung**

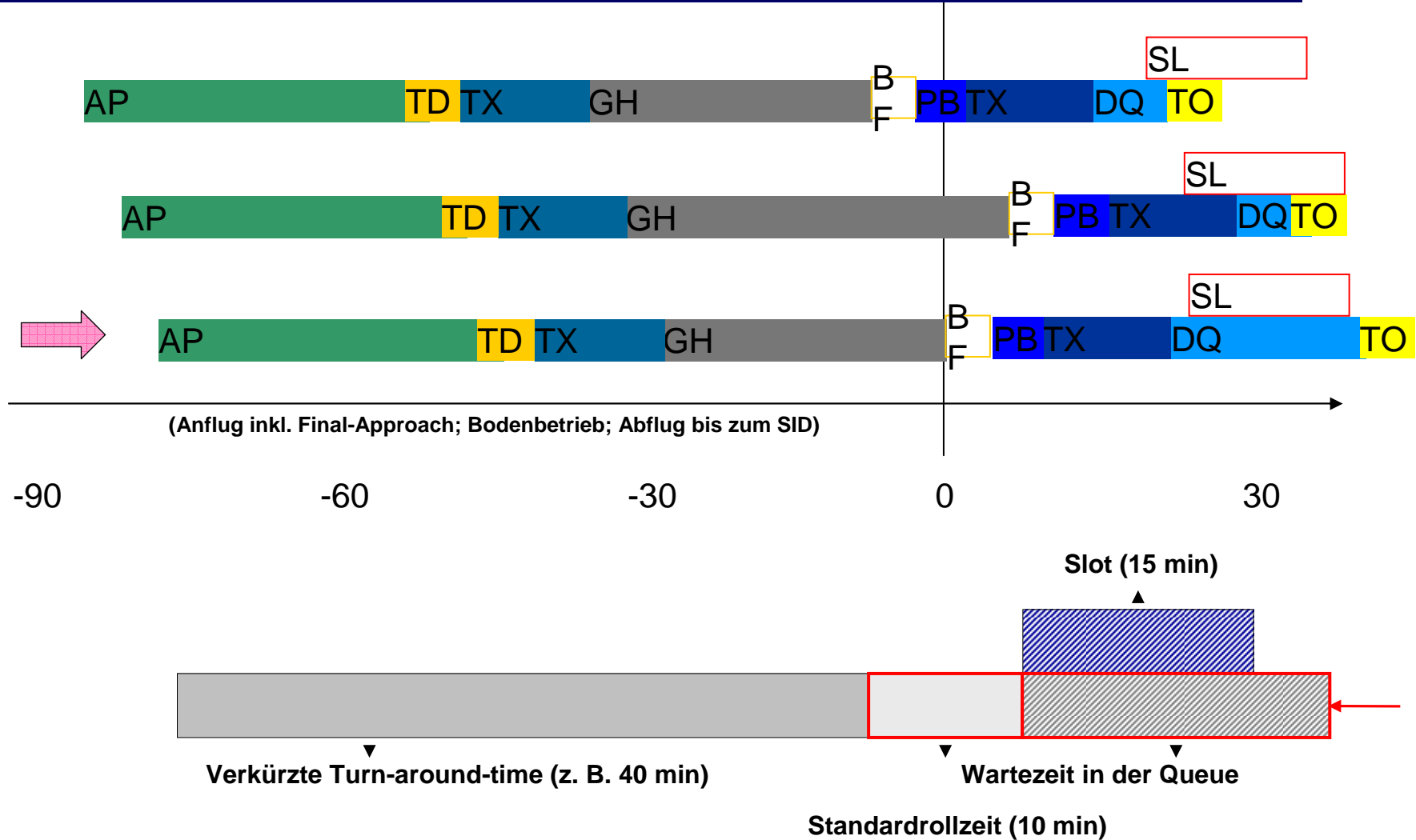
Grundlagen bodengebundener Betriebskonzepte – dyn. Kapazitätsnachfrage

- ▶ **Es besteht die Notwendigkeit betrieblicher Reserven in Höhe von ca. 10%:**
bedingt durch höhere Verkehrslasten am Spitzentag, systemimmanente Unpünktlichkeiten, ausfallbedingte Größenwechsel des Fluggeräts und außerplanmäßige Flüge/Flugzeugabstellungen



(Anflug inkl. Final-Approach; Bodenbetrieb; Abflug bis zum SID)

Methodik zur Prüfung des Koordinationseckwerts (Slot-Einhaltung)



Grundlagen luftseitiger Betriebskonzepte – operative Rahmenbedingungen

► Separationsminima nach BA-FVD*:

* BA-FVD: Betriebsanweisung Flugverkehrskontrolle

Anflugstaffelung [NM]:

Arrival followed by Arrival (CAT I)			
[NM]	Heavy	Medium	Light
Heavy	4	5	6
Medium	3	3	5
Light	3	3	3

Abflugstaffelung

Departure followed by Departure (same SIDs)			
[NM]	Heavy	Medium	Light
Heavy	5	5	5
Medium	5	5	5
Light	5	5	5

Radarstaffelung bei Allwetterbetrieb (CAT I):

- Mindestseparation 3NM
- verkürzt bei entsprechender Radartechnik 2,5 NM

Departure followed by Departure (different SIDs)			
[NM]	Heavy	Medium	Light
Heavy	3	3	3
Medium	3	3	3
Light	3	3	3

Abflug – Anflugstaffelung:

- Zum Startzeitpunkt muss der nachfolgende Anflug einen Abstand von mindestens 2 NM zur Landeschwelle haben.
- Die Genehmigung zum Aufrollen eines Starts auf die Start/Landebahn erfolgt:
 - solange sich der nachfolgende Anflug in einem Abstand von mindestens 4 NM zur Landeschwelle befindet und wenn der Abflug einen anderen SID als ein ggf. direkt davor gestartetes LFZ nutzt.
 - solange sich der nachfolgende Anflug in einem Abstand von mindestens 8 NM zur Landeschwelle befindet und wenn der Abflug den gleichen SID wie ein ggf. direkt davor gestartetes LFZ nutzt.

Grundlagen luftseitiger Betriebskonzepte – dynamische Betriebsparameter

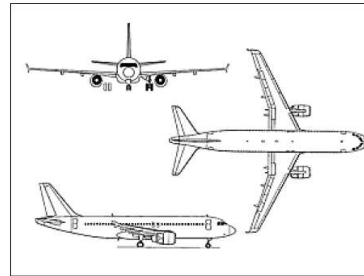
► Geschwindigkeitsprofile* der erwarteten Luftfahrzeuge, Beispiel:

* Geschwindigkeitsprofile z. B. analog zu den Datenblättern der DFS (Quelle: DFS)



Picture: © AIRBUS

OPERATIONAL DATA:

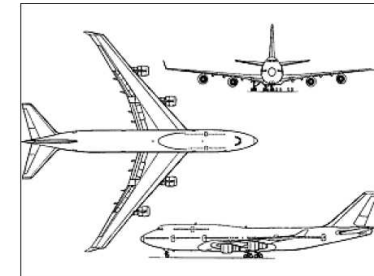


Draw: © AIR International

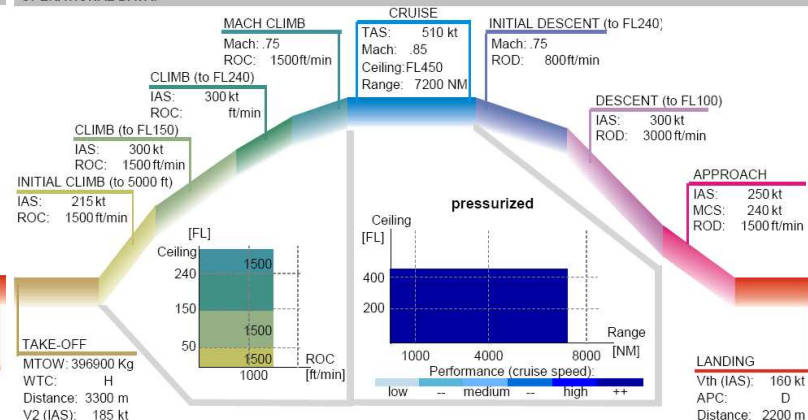
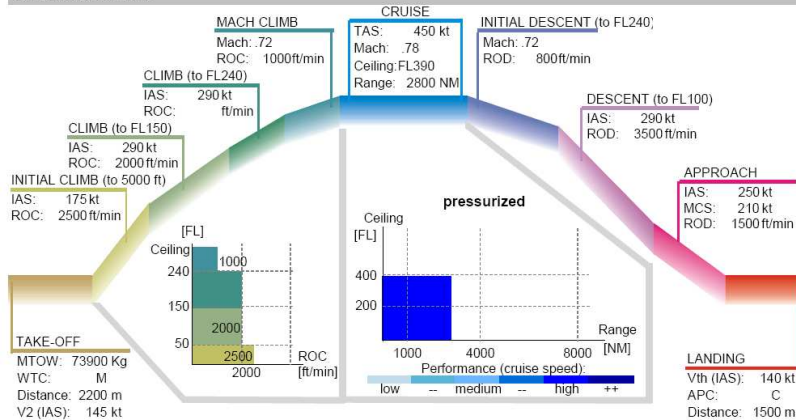


Picture: © Lai, Edward

OPERATIONAL DATA:



Draw: © AIR International



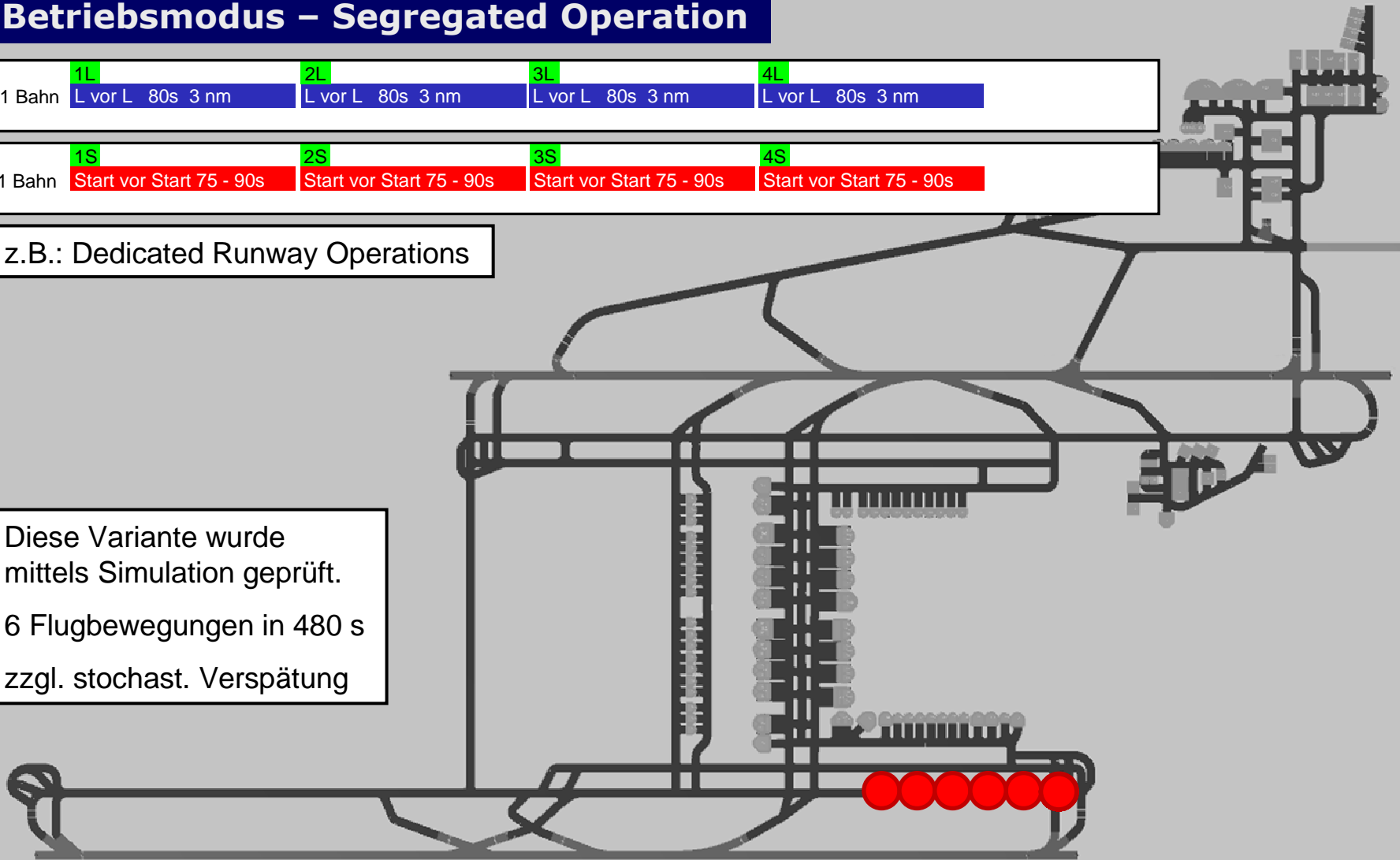
Betriebsmodus – Segregated Operation

1 Bahn	1L L vor L 80s 3 nm	2L L vor L 80s 3 nm	3L L vor L 80s 3 nm	4L L vor L 80s 3 nm
--------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------

1 Bahn	1S Start vor Start 75 - 90s	2S Start vor Start 75 - 90s	3S Start vor Start 75 - 90s	4S Start vor Start 75 - 90s
--------	---------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------------

z.B.: Dedicated Runway Operations

Diese Variante wurde
mittels Simulation geprüft.
6 Flugbewegungen in 480 s
zzgl. stochast. Verspätung

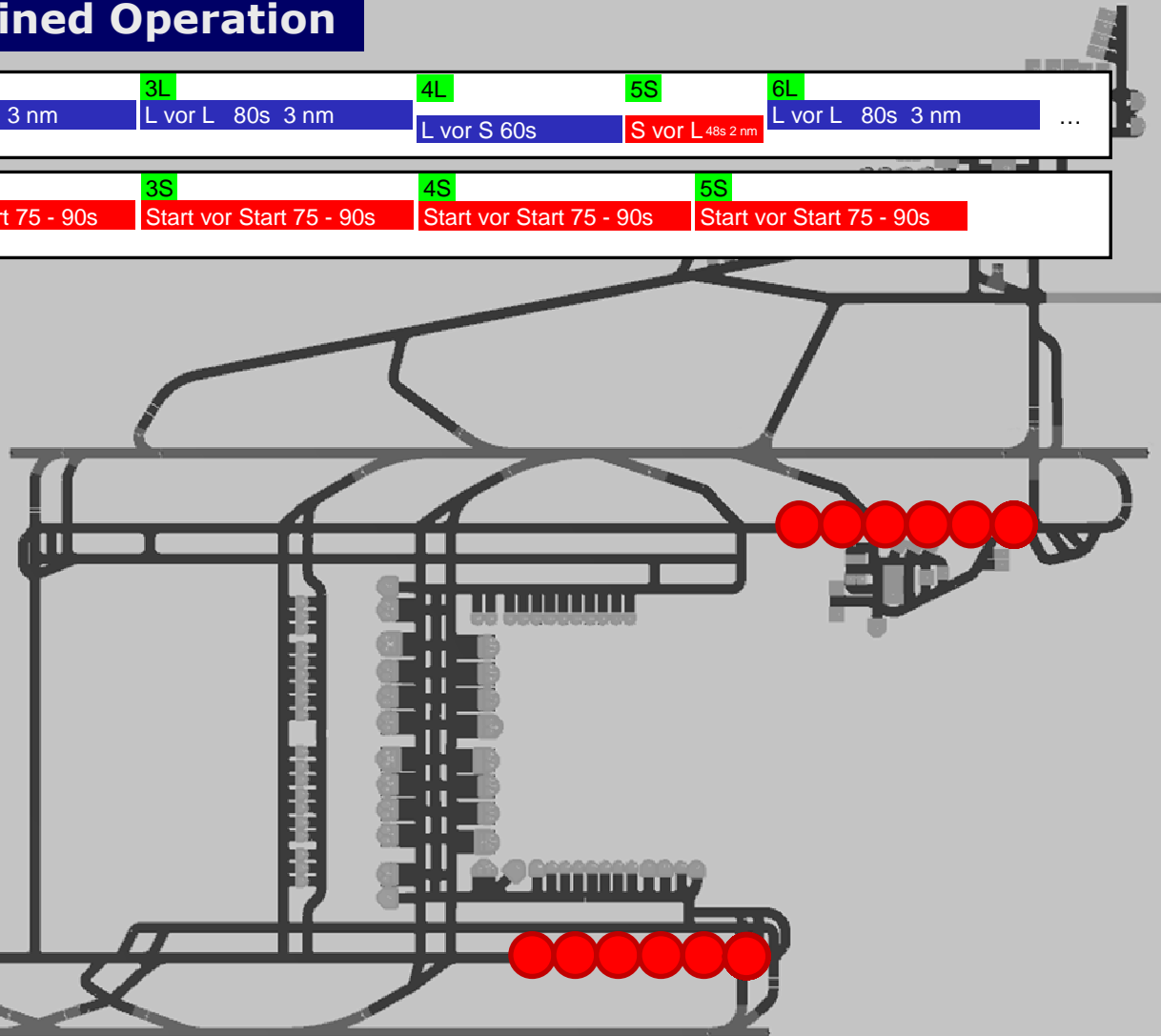


(Anflug inkl. Final-Approach; Bodenbetrieb; Abflug bis zum SID)

Betriebsmodus – Combined Operation

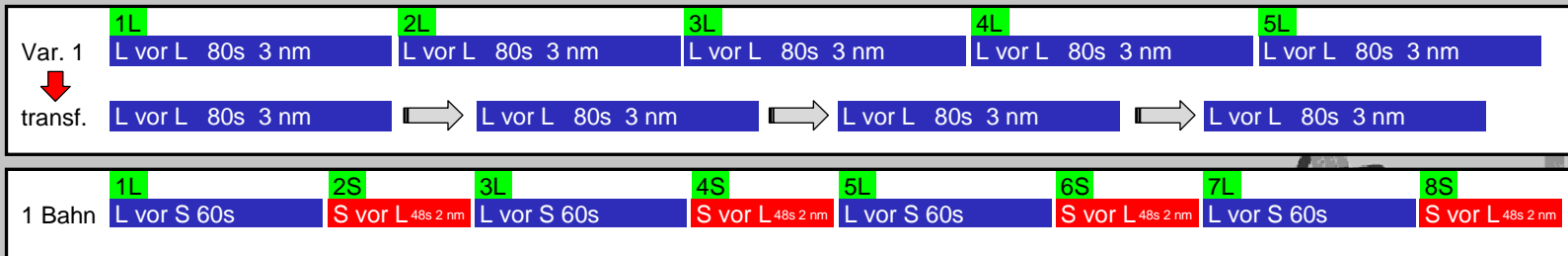
Nordbahn	1L L vor L 80s 3 nm	2L L vor L 80s 3 nm	3L L vor L 80s 3 nm	4L L vor S 60s	5S S vor L ^{48s 2 nm}	6L L vor L 80s 3 nm	...
Südbahn	1S Start vor Start 75 - 90s	2S Start vor Start 75 - 90s	3S Start vor Start 75 - 90s	4S Start vor Start 75 - 90s	5S Start vor Start 75 - 90s		

Diese Variante wurde
mittels Simulation geprüft.
6 Flugbewegungen in 430 s
zzgl. stochast. Verspätung
~ 11% Kapazitätzuwachs

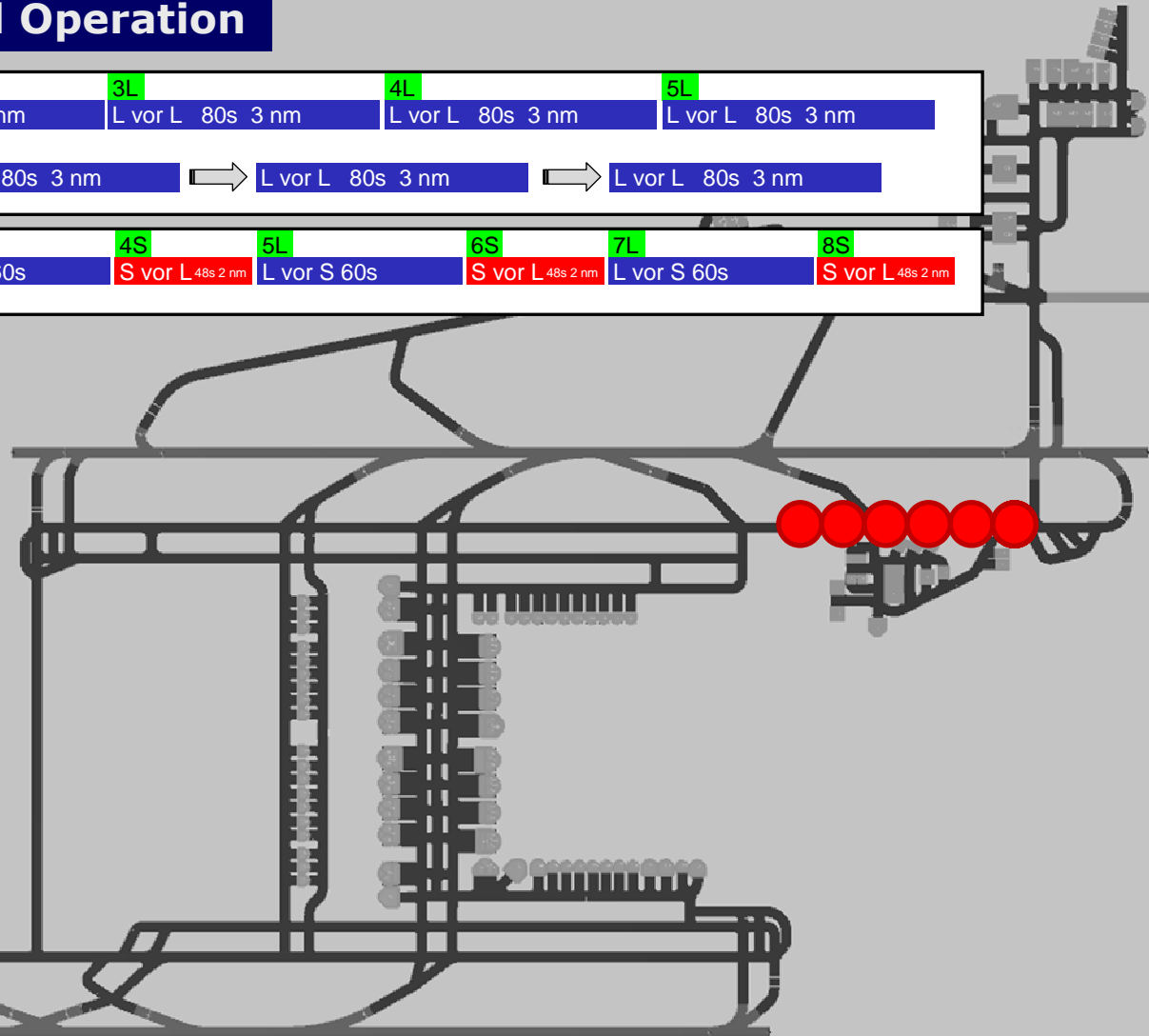


(Anflug inkl. Final-Approach; Bodenbetrieb; Abflug bis zum SID)

Betriebsmodus – Mixed Operation



Diese Variante wurde
mittels Simulation geprüft.
8 Flugbewegungen in 440 s
zzgl. stochast. Verspätung
~ 33% Kapazitätzuwachs

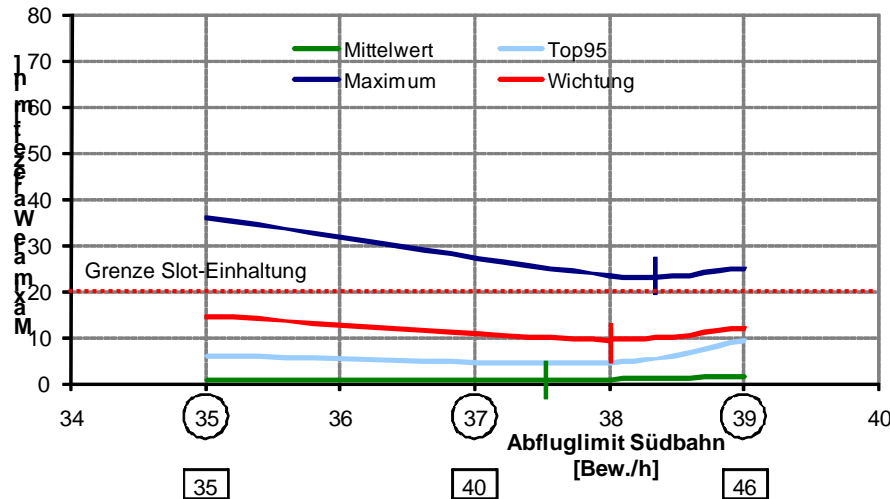


(Anflug inkl. Final-Approach; Bodenbetrieb; Abflug bis zum SID)

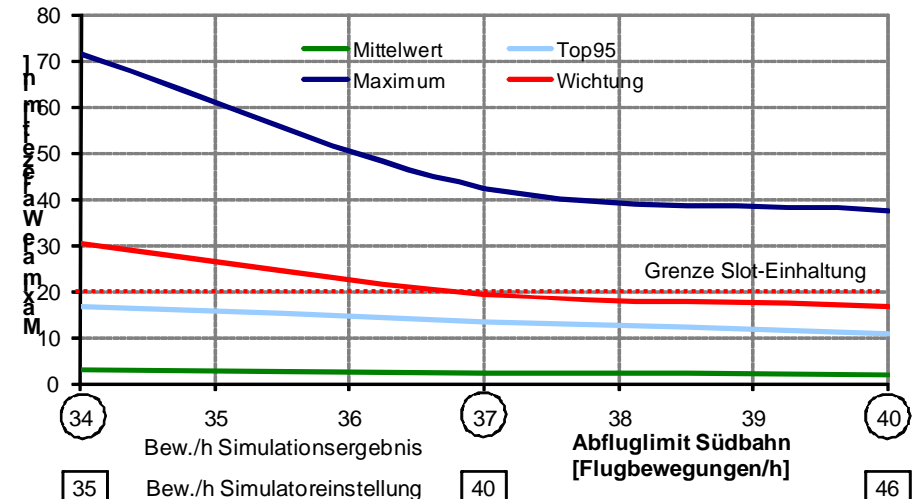
- ▶ **Angebotsseite – Genehmigungslage PFB**
- ▶ **Nachfrageseite – Aktuelle Verkehrsentwicklung**
- ▶ **Bodengebundene luftseitige Betriebskonzepte**
- ▶ **Betriebsmodus versus Pünktlichkeit**
- ▶ **Zusammenfassung**

Verspätungsminima – „Combined Operation“

FP 2012 West - Com. Op. - Wartezeiten



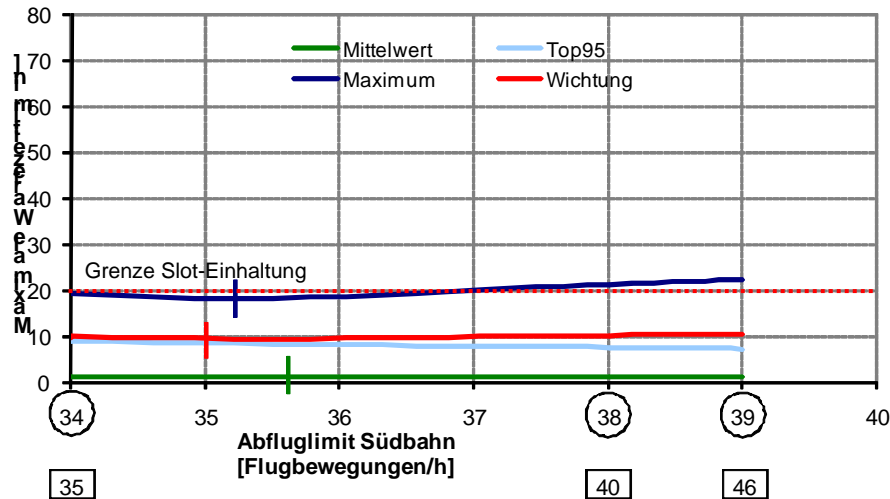
FP 2015 West - Com. Op. - Wartezeiten



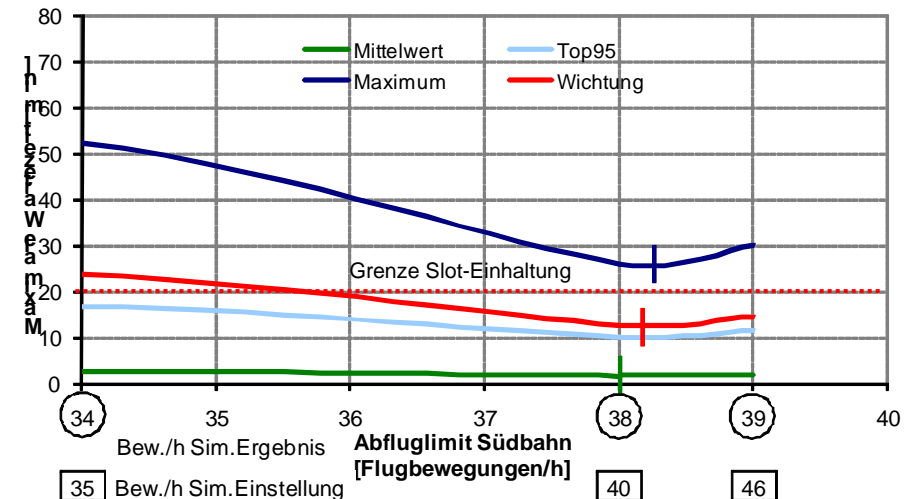
- ▶ Das Betriebskonzept der Segregated- und der Combined-Operation ist anfälliger für Kapazitätsverluste, da Schwankungen in der Pünktlichkeit i. d. R. nicht dynamisch ausgeglichen werden können (eine Quelle pro Bahn). Die systemimmanenten Kapazitätsreserven des Bahnsystems können nicht genutzt werden .
- ▶ Der Kapazitätsdurchsatz des Start/Landebahnsystems ist abhängig vom gewählten Betriebskonzept der Bahnnutzung. Bei hoher und / oder stark schwankender Kapazitätsnachfrage ist diese Betriebskonzept nicht vorteilhaft.

Verspätungsminima – „Mixed Operation“

FP 2012 West - Mix. Op. - Wartezeiten



FP 2015 West - Mix. Op. - Wartezeiten



- ▶ Das Betriebskonzept der Mixed-Operation ist weniger anfällig für Schwankungen in der Pünktlichkeit der Flugbewegungen, da diese i. d. R. dynamisch ausgeglichen werden können (zwei Quellen pro Bahn). Die systemimmanenten Kapazitätsreserven des Bahnsystems können genutzt werden.
- ▶ Der Kapazitätsdurchsatz des Start/Landebahnsystems ist abhängig vom gewählten Betriebskonzept der Bahnnutzung. Bei hoher und / oder stark schwankender Kapazitätsnachfrage ist dieses betrieblich robuste Betriebskonzept vorteilhaft.

Bodengebundene luftseitige Betriebskonzepte - Zusammenfassung

- ▶ Das Betriebskonzept der Mixed-Operation ist weniger anfällig für die systembedingte Unpünktlichkeit von Flugbewegungen, da diese i. d. R. dynamisch ausgeglichen werden können (zwei Quellen pro Bahn, statt einer).
- ▶ Diese systemimmanenten Kapazitätsreserven des Bahnsystems können deshalb zur generell pünktlicheren Abfertigung der koordinierten Flüge genutzt werden. Aber auch besonders kurz vor Erreichen der Tagesrandzeiten verringert sich hierdurch der Überhang von ggf. verspäteten Flügen in die Tagesrandzeiten hinein.

Fazit:

- ▶ Der Kapazitätsdurchsatz des Start/Landebahnsystems ist abhängig vom gewählten Betriebskonzept der Bahnnutzung.
- ▶ Bei hoher und / oder stark schwankender Kapazitätsnachfrage im Tagesverlauf ist das Bahnnutzungskonzept der „Mixed Operation“ deutlich von Vorteil.
- ▶ Für die Durchführung von flugbetrieblichen Lärmschutzkonzepten ist u.a. auch ein robustes, kapazitätsstabileres Betriebskonzept notwendig.

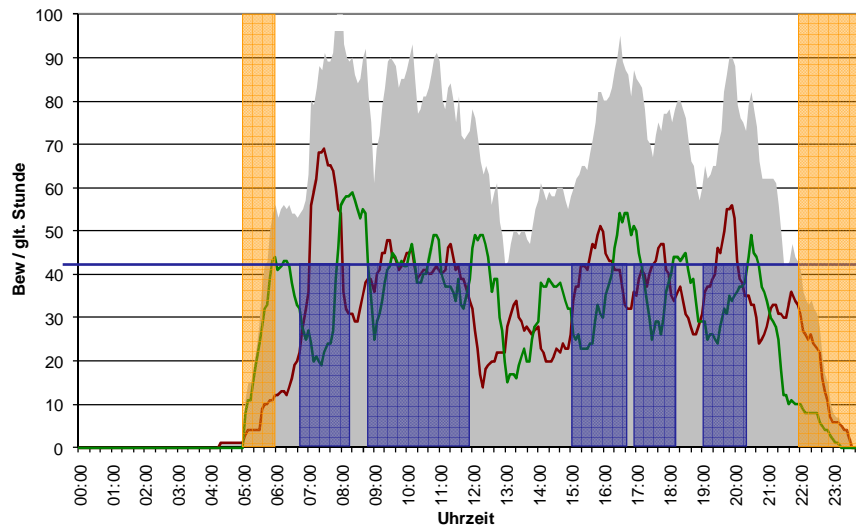
- ▶ **Angebotsseite – Genehmigungslage PFB**
- ▶ **Nachfrageseite – Aktuelle Verkehrsentwicklung**
- ▶ **Bodengebundene luftseitige Betriebskonzepte**
- ▶ **Betriebsmodus versus Pünktlichkeit**
- ▶ **Zusammenfassung**


Zusammenfassung - Prognose der Verkehrsnachfrage 2023*

► Analyse der Betriebsmodi:

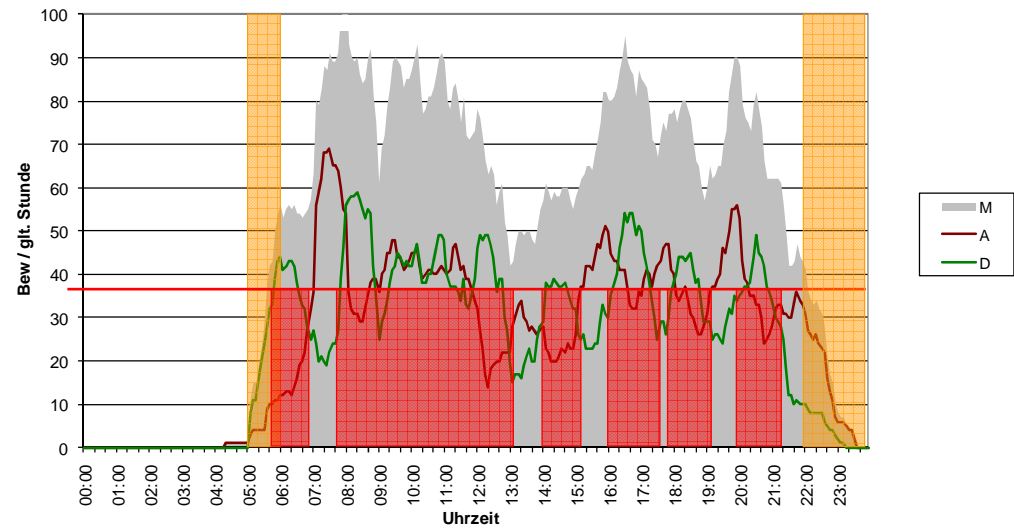
- 2025: Jahresverkehrsmenge 349.300 Bew./a (309.600 Bew./a Passage)
Prognoseflugplan Stand 04/2011


Flugbewegungen nach Richtung (2025)



 Zeiten paralleler Landungen

Flugbewegungen nach Richtung (2025)



 Zeiten paralleler Starts

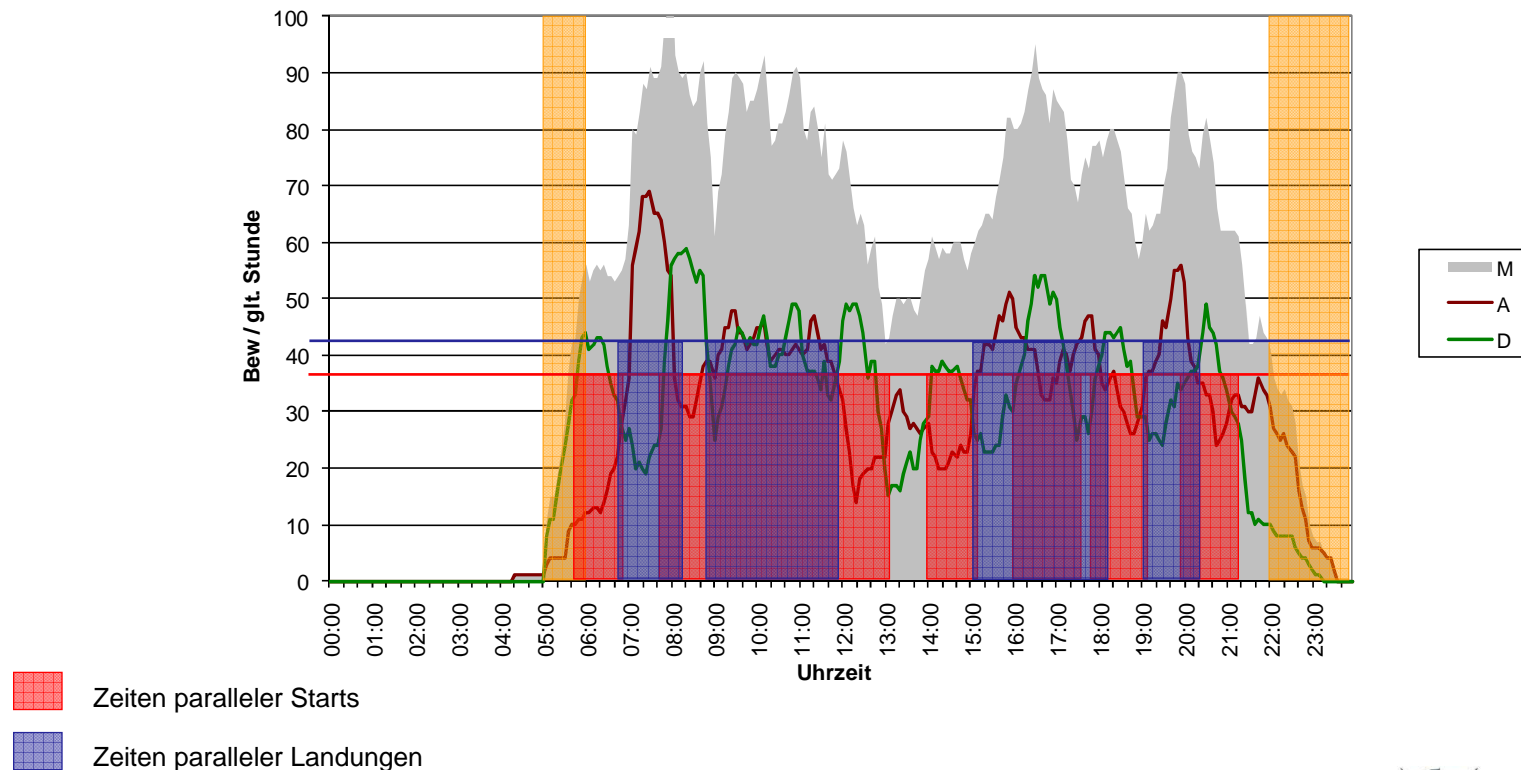
	Pax	Gesamt	A	D
Summe	1068	1204	607	597
Max	96	96	69	59

Zusammenfassung - Prognose der Verkehrsnachfrage 2023*

► Analyse der Betriebsmodi:

- 2025: Jahresverkehrsmenge 349.300 Bew./a (309.600 Bew./a Passage)

Flugbewegungen nach Richtung (2025)



Zusammenfassung

- ▶ **Durch den Planfeststellungsbeschluss sind bis zu 360.000 Flugbewegungen pro Jahr am Flughafen BER genehmigt.**
- ▶ **Zur Umsetzung dieser Flugbewegungen wird ein unabhängiger Parallelbahnbetrieb als Betriebskonzept benötigt, welcher durch den Planfeststellungsbeschluss genehmigt worden ist.**
- ▶ **Die aktuelle Entwicklung der Flugbetriebsnachfrage ist derzeit sehr volatil und für die nächsten zwei Betriebsjahre nur schwer vorhersagbar. Aus diesem Grund werden die Kurzfristprognosen auf verschiedene Entwicklungshorizonte ausgelegt, z. B.:**
 - **sprunghaft stärkeres Verkehrswachstum kurz nach Inbetriebnahme von BBI,**
 - **verdichtete Nachfrage im Tageszeitverlauf durch Integration weiterer Drehkreuze.**
- ▶ **Das bodengebundene luftseitige Betriebskonzept der „Mixed Operation“ bietet als einziges Konzept die Möglichkeit, bei hoher und / oder stark schwankender Kapazitätsnachfrage im Tagesverlauf eine generell pünktlichere Durchführung der Flüge zu garantieren (Vermeidung kumulativer Unpünktlichkeit).**
- ▶ **Die durch unpünktliche Flüge auftretenden Flugplanverschiebungen in die Tagesrandzeiten hinein können hierdurch vermieden oder stark verringert werden.**

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.