



**LEIPZIG·HALLE
AIRPORT**

MITTELDEUTSCHE AIRPORT HOLDING

**Luftverkehrsprognose 2032
für den Flughafen Leipzig/Halle**

Intraplan Consult GmbH
Dingolfinger Straße 2
81673 München

Abschlussbericht März 2020

15. Antrag auf Planänderung
Start-/Landebahn Süd



INTRAPLAN
Consult GmbH

Luftverkehrsprognose 2032 für den Flughafen Leipzig/Halle

im Zusammenhang mit der
geplanten Erweiterung des Vorfeldes 4

Abschlussbericht
März 2020



INTRAPLAN
Consult GmbH

Dingolfinger Straße 2
81673 München

Ansprechpartner:

Dr. Markus Schubert
markus.schubert@intraplan.de

Dr. Philipp Böck
philipp.boeck@intraplan.de

T +49 (0)89 – 45 91 1127

im Auftrag der
Flughafen Leipzig/Halle GmbH

München, den 27. März 2020

Dr. Markus Schubert

INHALT

1	Aufgabenstellung und Untersuchungsgegenstand	1
1.1	Geplante Erweiterung des Vorfeldes 4	1
1.2	Aufgabe und Bedeutung des Kurier-, Express- und Paketverkehrs (KEP-Verkehrs) und Rolle von Leipzig/Halle in dieser Verkehrsart	2
1.3	Grundlegende Vorgehensweise und Aufbau des vorliegenden Gutachtens	4
2	Marktprognose des Luftfrachtverkehrs	6
2.1	Methodik	6
2.2	Prognoseprämissen	20
2.3	Prognoseergebnisse Marktprognose	23
3	Standortbezogene Luftfrachtprognose für Leipzig/Halle	27
3.1	Methode	27
3.2	Prognoseannahmen	32
3.3	Prognoseergebnisse	35
4	Auswirkungen der Vorfelderweiterung auf Verkehrsnachfrage und Flugbewegungen	37
4.1	Allgemeine Vorgehensweise	37
4.2	Methodik	37
4.3	Für die Bemessung des Verkehrs in beiden Planfällen geltenden Annahmen	40
4.4	Situation im Basisjahr	42
4.5	Flugbewegungen und Abstellbedarf im Planungsfall	43
4.6	Maximal mögliche Abstellungen und Flugbewegungen im Prognosenufall (ohne Erweiterung des Vorfeldes 4)	48
4.6.1	Spezifische Annahmen Prognosenufall	48
4.6.2	Ergebnisse Prognosenufall	54
4.7	Zusammenfassung der verkehrlichen Wirkung der Vorfelderweiterung	59
5	Nachfrageprognose für die übrigen Verkehrssegmente	60
5.1	Allgemeine Vorgehensweise	60
5.2	Prognose des Passagierverkehrs in Leipzig/Halle	62
5.2.1	Historische Entwicklung Passagierverkehr	62
5.2.2	Marktprognose/Marktmodell Passagierprognose	63
5.2.3	Einsatz der Marktprognose für die vorliegende Prognose	71
5.2.4	Prognoseprämissen	72
5.2.5	Ergebnisse Passagierverkehr	73
5.2.6	Passagierflugbewegungen	75
5.3	Übriger Flugverkehr und Flugzeugmix	77
6	Gesamtergebnisse (Flugbewegungen)	79

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 2-1: Zusammenhang zwischen Luftfracht („Cargo“) und Außenhandel in Deutschland	6
Abb. 2-2: Analyse der Frachtströme im Stützzeitraum 1995 - 2014	7
Abb. 2-3: Gegenüberstellung der tatsächlichen Cargo-Verkehrsentwicklung in Deutschland mit einer auf Basis der Regressionsergebnissen hergeleiteten Cargo-Aufkommens-entwicklung zur Veranschaulichung der Qualität der linearen Approximation	12
Abb. 2-4: Entwicklung der Regressionsvariablen für ausgewählte Teilmärkte (a, b) und Gegenüberstellung der tatsächlichen Cargo-Verkehrsentwicklung mit einer auf Basis der Regressionsergebnissen hergeleiteten Cargo-Entwicklung zur Veranschaulichung der Qualität der linearen Approximation	20
Abb. 2-5: Angenommene Entwicklung der Weltwirtschaft, differenziert nach Deutschland, übriges Europa („Kont Zielregionen“) und übrige Welt („Interkont Zielregionen), im Vergleich zur Entwicklung in der Vergangenheit	22
Abb. 2-6: Prognostizierte Cargo-Verkehrsentwicklung der Ein- und Ausladungen an deutschen Flughäfen nach Verkehrsströmen (Marktprognose)	24
Abb. 2-7: Wachstum des Express-Luftfrachtverkehrs (\approx KEP-Verkehr) gegenüber dem sonstigen Luftfrachtverkehr (Quelle: Boeing World Air Cargo Forecast 2018 – 2037)	26
Abb. 3-1: Im Modell abgebildete Wegekettens: prinzipielles Beispiel für den Cargo-Verkehr - Flughafenwahl in Abhängigkeit vom Vor- und Nachlauf, Quelle: eigene Darstellung	28
Abb. 3-2: Struktur des Prognoseverfahrens (Quelle: Intraplan Consult GmbH)	30
Abb. 3-3: Überblick über das Verkehrsmodell zur Prognose der Luftfracht	32
Abb. 3-4: Zu erwartende Entwicklung des Frachtumschlags von DHL am Standort Leipzig/Halle auf Grundlage der erwarteten Entwicklungen im europäischen und globalen KEP-Markt (engpassfreie Prognose)	35
Abb. 3-5: Entwicklungserwartung des KEP-Verkehrs gemäß dem Branchenverband BIEK verglichen mit der tatsächlichen Entwicklung der Sendungszahlen von DHL am Standort LEJ	36
Abb. 4-1: Übersicht zur verwendeten Methodik bei der Ableitung der am Standort LEJ für Planungsfall und Prognosenullfall relevanten Verkehrsmengen DHL	38
Abb. 4-2: Prämissen zur Positionierung am Vorfeld 4	42
Abb. 4-3: Analyse der Positionierung der DHL-Flugzeuge auf dem Vorfeld 4 im Basisjahr 2018	43
Abb. 4-4: Abgefertigte Flugzeuge 2032 im KEP-Verkehr in Leipzig/Halle nach Flugzeugkategorien und Kontinental- und Interkontinentalverkehr	44
Abb. 4-5: Prognostizierte Flugbewegungen von DHL in Leipzig am Bemessungstag 2032	44
Abb. 4-6: Flugzeugabstellungen am Bemessungstag auf dem Vorfeld 4 & 5 im Planungsfall im zeitlichen Tagesverlauf und nach Flugzeugkategorien	45
Abb. 4-7: Abstellungen auf dem erweiterten Vorfeld 4 im Planungsfall	46
Abb. 4-8: Nachfragebasierte Entwicklungserwartung der Flottenstruktur im Planungsfall	47
Abb. 4-9: Entwicklung des Frachtumschlags von DHL im Planungsfall	47

Abb. 4-10:	Vorfeldpositionen auf Vorfeld 4 und 5 (ohne geplante Erweiterung)	49
Abb. 4-11:	Vorfeldpositionen auf Vorfeld 2	51
Abb. 4-12:	Vorfeldpositionen auf Vorfeld 1	53
Abb. 4-13:	Flugzeugabstellungen am Bemessungstag auf dem Vorfeld 4 & 5 im Prognosenullfall im zeitlichen Tagesverlauf nach Flugzeugkategorien	54
Abb. 4-14:	Flottenstruktur im Prognosenullfall im Vergleich zum Planungsfall und zum Basisjahr	57
Abb. 4-15:	Entwicklung der Flugbewegungen von DHL im Prognosenullfall	57
Abb. 4-16:	Entwicklung des Frachturnschlags von DHL im Prognosenullfall	58
Abb. 5-1:	Grundlegender Untersuchungsansatz andere Verkehrsarten als KEP	60
Abb. 5-2:	Entwicklung der Passagierzahlen in Leipzig/Halle seit 1995	63
Abb. 5-3:	Analyse der Passagierströme im Stützzeitraum seit 1995	66
Abb. 5-4:	Gegenüberstellung der tatsächlichen Passagierverkehrsentwicklung Deutschlands mit einer auf Basis der Regressionsergebnissen hergeleiteten Passagieraufkommensentwicklung zur Veranschaulichung der Qualität der linearen Approximation	69
Abb. 5-5:	Anwendung des Modells zur Marktprognose des Passagierverkehrs	70
Abb. 5-6:	Einsatz der Marktprognose für die Passagierprognose LEJ 2032	71
Abb. 5-7:	Historische Entwicklung der Fluggastzahlen und marktbasierter Prognoseerwartung	74
Abb. 5-8:	Verkehrsstrukturen des übrigen nicht-DHL-Verkehrs nach AzD-Gruppen 2018 und nachfragebasiert abgeleitete Entwicklungserwartung für 2032 je Verkehrssegment	78
Abb. 6-1:	Sechs verkehrsreichste Monate in Leipzig/Halle 2018	80

TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 1-1:	Die größten Flughäfen in Europa gemessen an umgeschlagener Luftfracht (2018)	4
Tab. 2-2:	Regressionsfunktion zur quantitativen Erfassung des Zusammenhangs zwischen Außenhandelsentwicklung und allgemeiner Wirtschaftsentwicklung	10
Tab. 2-3:	Definition der Teilmärkte zur Analyse der Cargo-Entwicklung	11
Tab. 2-4:	Ergebnisse der Regressionsanalyse der Einladungen in Deutschland 1995 – 2014	14
Tab. 2-5:	Ergebnisse der Regressionsanalyse der Ausladungen in Deutschland 1995 – 2014	15
Tab. 2-6:	Ergebnisse der Regressionsanalyse der Exporte in Deutschland 1995 – 2014	16
Tab. 2-7:	Ergebnisse der Regressionsanalyse der Importe in Deutschland 1995 – 2014	17
Tab. 2-8:	Kenngrößen zum Nachweis der Modellgüte – Einladungen	18
Tab. 2-9:	Kenngrößen zum Nachweis der Modellgüte - Ausladungen	18
Tab. 2-10:	Prognoseannahmen zur Wirtschaftsentwicklung nach Weltregionen	21
Tab. 2-11:	Angebotsentwicklung der Hubs in Nahost und in der Türkei	23
Tab. 2-12:	Prognostiziertes Frachtverkehrsaufkommen: Summe Ein- und Ausladungen in Deutschland je Verkehrsregion zusammengefasst (Marktprognose)	25
Tab. 2-13:	Vergleich der vorliegenden Prognose mit ausgewählten Luftfrachtprognosen	26
Tab. 3-1:	Annahmen zur Entwicklung der anderen relevanten Flughafenstandorte	34
Tab. 3-2:	Überblick für die Nachfrageprognose	36
Tab. 4-1:	Angenommene Entwicklung der von der DHL genutzten Flugzeugflotte	40
Tab. 4-2:	Gemäß Nachfrageprognose in Leipzig/Halle im KEP-Verkehr abzufertigende Flugzeuge (in 1000)	43
Tab. 4-3:	Im Planungsfall für Vorfeld 4 zur Verfügung stehende Vorfeldflächen	45
Tab. 4-4:	Abstellungen im Planungsfall am Bemessungstag auf allen relevanten Vorfeldern des Flughafens Leipzig/Halle	46
Tab. 4-5:	Übersicht über die im Planungsfall nachfragegerecht möglichen und im Prognosenullfall maximal realisierbaren gleichzeitigen Flugzeugabstellungen	55
Tab. 4-6:	Im KEP-Verkehr abzufertigende Flugzeuge im Planungsfall und im Prognosenullfall (in 1000)	56
Tab. 4-7:	Flugzeug-Umschleppungen am Bemessungstag	58
Tab. 4-8:	Übersicht über die verkehrlichen Wirkungen der Vorfelderweiterung	59
Tab. 5-1:	Regressionsfunktionen der Ein- und Aussteiger von und nach Deutschland im Zeitraum 1995 bis 2015	67
Tab. 5-2:	Kenngrößen zum Nachweis der Modellgüte	68
Tab. 5-4:	Passagieraufkommen Leipzig/Halle 2032 nach landseitigen Aufkommensgebieten (Bundesländer)	75
Tab. 5-5:	Übersicht Prognose des Passagierverkehrs (Fluggäste, Flugbewegungen, Flugbelegung)	76
Tab. 6-1:	Zusammenfassung der in der Prognose erwarteten Flugbewegungszahlen aller Segmente (Jahreswerte)	79



Tab. 6-2: Kennziffern der Flugbewegungen 2032 in Leipzig/Halle für die sechs verkehrsreichsten Monate

81

1 AUFGABENSTELLUNG UND UNTERSUCHUNGSGEGENSTAND

1.1 Geplante Erweiterung des Vorfeldes 4

Der Flughafen Leipzig/Halle, gegründet 1927 und in seiner heutigen Konfiguration errichtet 2005 bis 2007, dient dem Passagier-, Luftfracht- und sonstigem Luftverkehr. Während der Flughafen im Passagierverkehr und im Bereich der Allgemeinen Luftfahrt die Nachfrage Mitteldeutschlands bedient, stellt er bei der Luftfracht eines der großen europäischen Luftfracht-Drehkreuze dar, mit dem Schwerpunkt auf dem Kurier-, Express- und Paketverkehr („KEP-Verkehr“), der vor allem durch das hierauf spezialisierte Unternehmen DHL-Express in Form der DHL Hub Leipzig GmbH bedient wird.

Die DHL Hub Leipzig GmbH betreibt in Leipzig/Halle ihr Haupt-Drehkreuz mit abgestimmten sternförmigen Flugverbindungen mit allen Teilen Europas und der Welt und ihr zentrales Umschlag-Zentrum. Dieses ist im Süden des Flughafens, südlich der Landebahn 08R/26L angesiedelt. In unmittelbarer räumlicher Nähe dazu befindet sich das Vorfeld 4, auf dem der überwiegende Teil der Flugzeuge der DHL be- und entladen werden.

Dieses Vorfeld 4 ist aufgrund der dynamischen Entwicklung des Frachtumschlags der DHL Hub Leipzig GmbH mittlerweile stark ausgelastet. Um ein weiteres Wachstum, das von der DHL Hub Leipzig GmbH erwartet wird, zu ermöglichen, ist eine Erweiterung geplant. Konkret soll das bestehende, ca. 58 ha umfassende Vorfeld um 39 ha nach Osten erweitert werden. Die Mitteldeutsche Flughafen AG stellt für diese Erweiterung der Flugbetriebsflächen auf Veranlassung der DHL Hub Leipzig GmbH einen Antrag auf Planfeststellung.

Die vorliegende Luftverkehrsprognose dient zur Ermittlung der Verkehrsnachfrage für das geplante Vorhaben und zur Bereitstellung von Eingangsgrößen für die Ermittlung der Auswirkungen der geplanten Maßnahme in Form differenzierter Flugbewegungsdaten. Diese aufbereiteten Daten stellen die Basis für die Erarbeitung eines Datenerfassungssystems (DES) nach der Anleitung zur Berechnung von Fluglärm (AzB) dar.

1.2 Aufgabe und Bedeutung des Kurier-, Express- und Paketverkehrs (KEP-Verkehrs) und Rolle von Leipzig/Halle in dieser Verkehrsart

Anlass der geplanten Erweiterungsmaßnahme ist die positive Geschäftsentwicklung des am Flughafen Leipzig/Halle betriebenen Umschlagzentrums zur Erbringung von **Kurier-Express-Paket**-(KEP)Dienstleistungen. Dieses Logistiksegment zeichnet sich auch im Hinblick auf die luftverkehrliche Abwicklung durch spezifische Besonderheiten und eine dynamische Marktentwicklung aus, welche nachfolgend kurz dargestellt werden.

Der KEP-Verkehr umfasst den Transport von hinsichtlich Gewicht und Volumen meist standardisierten Sendungen mit minimalen Laufzeiten und - insbesondere bei Expressdiensten - garantierter Lieferzeit für zeitkritische Güter¹. Um dies zu erreichen, sind Systemdienstleister wie die in Leipzig/Halle operierende DHL auf größtmögliche Effizienz, Standardisierung und auch Automatisierung der Abläufe angewiesen, wobei die **Bündelung der Verkehrsströme** an intermodalen Umschlagzentren wie am Flughafen Leipzig/Halle ein wesentliches Merkmal darstellt. Ziel ist dabei in der Regel die Zustellung über Nacht ("Nachtsprung"), die bei den meist großen Transportdistanzen (deutlich über ca. 600 km insbesondere auch europaweit und interkontinental) die Einbindung des Luftverkehrs in die Logistikketten bedingt. Dabei ist maßgebend, dass die Sendungen noch bis in den Abend hinein abgeschickt werden können und dann bis zu einem festgelegten Zeitpunkt – meist am Morgen/Vormittag des darauffolgenden Arbeitstages - ihr Ziel erreichen. Um dies mit wettbewerbsfähigem Aufwand zu erreichen, ist es erforderlich, dass alle Sendungen des bedienten Einzugsgebietes – im Falle des DHL-Standorts Leipzig/Halle umfasst dies **ganz Europa** – mittels flächendeckender **Zubringerverbindungen**² möglichst gleichzeitig, nachts, das zentral gelegene Umschlagzentrum erreichen, wo diese durch automatisierte Sortieranlagen auf **Abbringerverbindungen**² zu ihren jeweiligen Zielorten verteilt werden. Analog erfolgt die **Einbindung Europas in die interkontinentalen Logistikketten**: Sendungen aus bzw. nach interkontinentalen Wirtschaftsregionen werden gebündelt mit Interkontinentalflügen via Leipzig/Halle befördert. Die Verteilung in Europa erfolgt durch Einbindung in den Europa-Knoten in Leipzig/Halle, so dass die Sendungen zwischen allen europäischen Gebieten und allen außereuropäischen Regionen im "doppelten Nachtsprung" (24 h + Nacht) oder bei peripheren Regionen im "dreifachen Nachtsprung" (48 h + Nacht) an ihr Ziel gelangen. Für den Flugbetrieb eines KEP-Umschlagzentrums, wie dem von DHL am Standort Leipzig, ergeben sich dadurch folgende, geschäftsentscheidende Anforderungen:

¹ typisches Beispiel sind Bau- oder Ersatzteile für Dienstleister, Gewerbe und industrielle Produktion, deren kurzfristige Verfügbarkeit den reibungslosen Ablauf von Wertschöpfungsketten sicherstellt. Der überwiegende Teil des KEP-Verkehrs sind aber Waren, die von spezialisierten Versandunternehmen an die bestellenden Endverbraucher verschickt werden.

² KEP-Flüge ergänzt durch Transporter und Lkw im Nahbereich

Für den Betrieb eines KEP-Luftfahrt-Drehkreuzes ist es erforderlich...	→ daraus folgt für einen Flughafen, der ein Drehkreuz beheimatet:
(a) alle zur Abdeckung der Quell- und Zielgebiete erforderlichen Flugverbindungen	→ Bestimmt die erforderliche Flugbewegungsanzahl
(b) mit jeweils aufkommensgerechten Transportkapazitäten	→ Bestimmt die erforderlichen Flugzeuggrößen / Flottenstruktur
(c) nachts im Zeitbereich der halben Transportzeit zwischen spätestem Ab- sendezeitpunkt und zugesichertem Zustellzeitpunkt	→ Nachtflugbetrieb ist unumgänglich (in Leipzig/Halle Verkehrsspitze etwa zwischen 0:30 und 3:30)
(d) möglichst gleichzeitig vor und nach dem Sortiervorgang landen bzw. wieder starten zu lassen	→ Zeitliche „Entzerrung“ der Flugbewegungen ist nur sehr begrenzt möglich; ausreichende Anzahl von Slots, wie in Leipzig/Halle vorhanden, sind erforderlich; kurzzeitig große Anzahl gleichzeitig am Boden stehender Flugzeuge
(e) die Rollzeiten der Flugzeuge zu minimieren und	→ schnelle Abrollzeiten und geringe gegenseitige Behinderung der Flugbewegungen sind sicherzustellen
(f) die Ent- und Beladezeiten insbesondere durch kurze Transportwege/-zeiten zwischen Flugzeugen und Sortieranlage minimal zu halten.	→ Eine für erwartetes Flugaufkommen (a) und Fluggerät (b) ausreichende Anzahl <u>günstig gelegener Abstellpositionen</u> für gleichzeitig (d) abzustellende Flugzeuge ist sicherzustellen.

Der Flughafen Leipzig/Halle stellt das wichtigste Drehkreuz des weltweit operierenden KEP-Dienstleisters DHL in Europa dar. Infolgedessen gehört der Flughafen Leipzig/Halle zu den größten Frachtflughäfen Europas (siehe Tab. 1-1).

Flughafen	Luftfracht Umschlag in 1000 t	Schwerpunkt (konv. = konventionelle Fracht KEP = KEP-Drehkreuz)
Frankfurt Main FRA	2.176	konv.
Paris CDG	2.156	konv., KEP
London LHR	1.771	konv.
Amsterdam AMS	1.738	konv.
Istanbul (ISL)	1.318	konv.
Leipzig/Halle LEJ	1.210	KEP
Luxemburg LUX	895	konv.
Lüttich LGG	872	KEP
Köln/Bonn	845	KEP
Mailand MXP	573	konv.
Madrid MAD	544	konv.
Brüssel BRU	543	konv.

Tab. 1-1: Die größten Flughäfen in Europa gemessen an umgeschlagener Luftfracht (2018)

1.3 Grundlegende Vorgehensweise und Aufbau des vorliegenden Gutachtens

Hauptsächlicher Untersuchungsgegenstand ist die in Leipzig/Halle hauptsächlich umgeschlagene Expressfracht, der sogenannte Kurier-, Express und Paketverkehr (KEP-Verkehr). Dieser Verkehr wird aufgrund der Nähe zu den Sortieranlagen überwiegend auf Vorfeld 4 abgewickelt. Diesem Verkehr dient auch die geplante Vorfelderweiterung.

Die Vorfelderweiterung ließe eine größere Zahl an Flugzeugabstellungen in der Nähe der Umschlageneinrichtungen zu, wodurch voraussichtlich mehr Flugbewegungen am Flughafen Leipzig/Halle stattfinden werden.

Diesen Mehrverkehr zu ermitteln, ist primäre Aufgabe des vorliegenden Gutachtens. Dabei wird eine Prognose des KEP-Verkehrs am Standort Leipzig/Halle für die Situation ohne (Prognose-nullfall) und mit Vorfelderweiterung (Planungsfall) durchgeführt. Dabei wird zunächst eine wissenschaftlich abgesicherte Nachfrageprognose des Luftfrachtverkehrs insgesamt (**Marktprognose**, siehe Kapitel 2) und darauf aufbauend eine **standortspezifische Prognose** für den Flughafen Leipzig/Halle durchgeführt (siehe Kapitel 3). Prognosejahr ist 2032. Diese Nachfrageprognose in der Einheit Frachtaufkommen in Tonnen wird in Kapitel 4 in **Flugbewegungen** umgerechnet, woraus sich der benötigte **Stellplatzbedarf** am Flughafen Leipzig/Halle ableiten lässt.

Wenn dieser Stellplatzbedarf größer ist als das zur Verfügung stehende Areal, ist Verkehr abzuweisen bzw. muss woanders an einem oder mehreren Standorten gegebenenfalls mit konkurrierenden Anbietern stattfinden. Dies ist für die Situation ohne Vorfelderweiterung der Fall (**Prognosenullfall**), wie nachgewiesen werden konnte. Der Prognosenullfall stellt somit eine Engpasssituation dar. Damit ist der Verkehr im **Planungsfall** (mit Vorfelderweiterung) höher als im Prognosenullfall. Diese Differenz mit einer abgesicherten Methode zu ermitteln, ist Gegenstand von Kapitel 4, dem zentralen Kapitel des Gutachtens.

Da für die Fluglärmrechnungen der gesamte Flugverkehr, hier der verkehrsstärksten 6 Monate, zu betrachten ist, wurde auch für die **übrigen Verkehrssegmente**, nämlich Passagierverkehr, übriger Luftfrachtverkehr und sonstiger Flugverkehr, eine Prognose für 2032 durchgeführt. Da diese Segmente durch die Vorfelderweiterung voraussichtlich nicht betroffen sind, weil sie auf anderen Flächen des Flughafens abgewickelt werden, wird hier keine Differenzierung zwischen Planungsfall (mit Vorfelderweiterung) und Prognosenullfall vorgenommen. Diese Prognose für die übrigen Verkehrssegmente wird in Kapitel 5 dargestellt.

In Kapitel 6 folgt die bilanzierende Gesamtdarstellung der Flugbewegungen für Planungsfall mit Vorfelderweiterung und Prognosenullfall ohne Erweiterung. Gleichzeitig werden hier die aufbereiteten Ergebnisse gezeigt, wie sie für die aufbauenden lärmphysikalischen Untersuchungen berücksichtigt werden, nämlich die Differenzierung der Flugbewegungsprognose nach Zeitbereichen und Flugzeug-Lärmkategorien.

2 MARKTPROGNOSE DES LUFTFRACHTVERKEHRS

2.1 Methodik

Erster Schritt der Prognose der Luftfracht-Nachfrage in Leipzig/Halle ist eine **standortunabhängige Marktprognose**. Die Nachfragentwicklung in Leipzig/Halle ist nämlich in starkem Maße von der allgemeinen Marktentwicklung abhängig.

Zur Prognose der Marktentwicklung im Luftfrachtverkehr steht aus diversen einschlägigen Untersuchungen des Verfassers ein abgesichertes Prognosemodell zur Verfügung³, das hier noch einmal beschrieben wird.

Das Modell basiert auf der grundlegenden und naheliegenden Erkenntnis, dass die Entwicklung des Luftfrachtverkehrs in starkem Maße mit der Entwicklung des Außenhandels zusammenhängt, wie aus Abb. 2-1 hervorgeht.

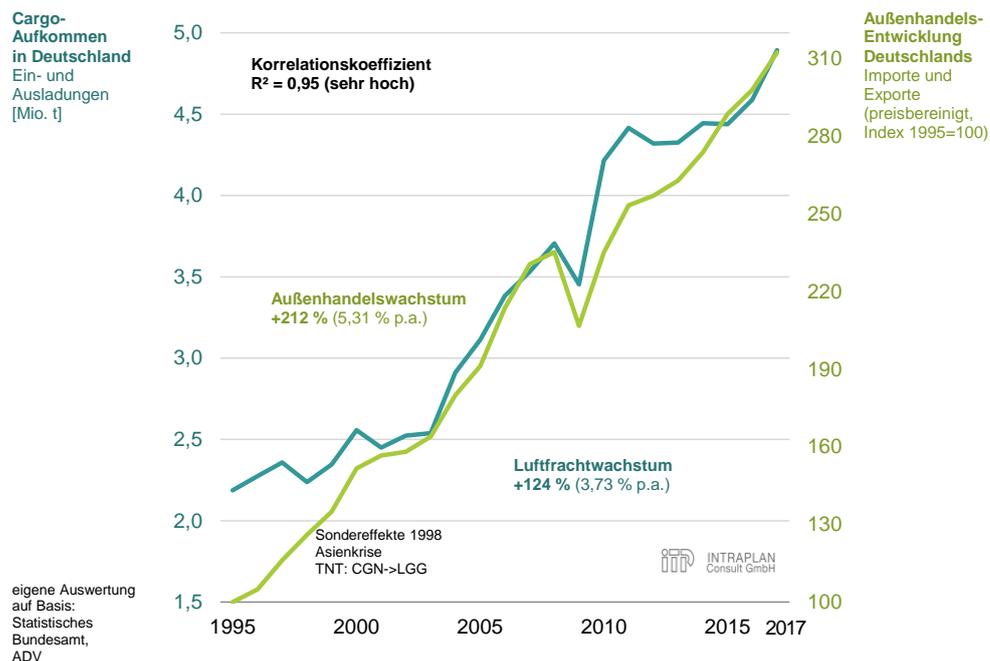
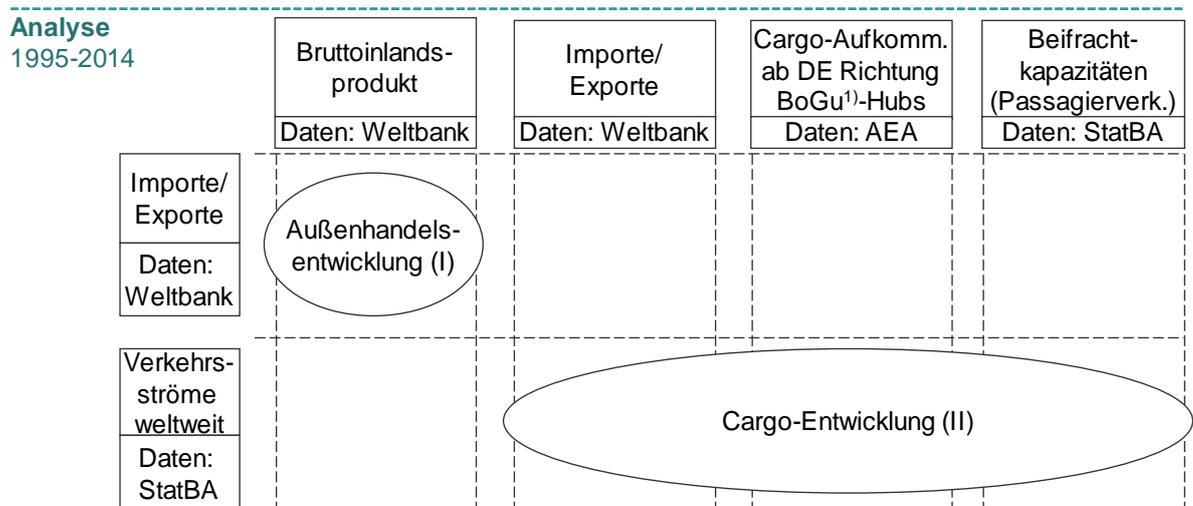


Abb. 2-1: Zusammenhang zwischen Luftfracht („Cargo“) und Außenhandel in Deutschland

³ Intraplan Consult GmbH und ARC: Planfeststellungsverfahren Flughafen Köln/Bonn - Verkehrsprognose für den Flughafen Köln/Bonn für das Jahr 2030, im Auftrag der Flughafen Köln/Bonn GmbH, 2016
 Intraplan Consult GmbH: Luftverkehrsprognose für den Flughafen Frankfurt Main, im Auftrag der Fraport AG, 23. Oktober 2014

Dieser allgemeingültige Zusammenhang wurde in einem Marktmodell weiter differenziert. Und zwar wurden **Regressionsfunktionen je Teilmarkt**, die die Korrelation zwischen relationsspezifischer Frachtverkehrsentwicklung als abhängige Variable einerseits und der Exportentwicklung in der Quellregion sowie der Importentwicklung als unabhängige Variablen andererseits beschreiben. In manchen Teilmärkten spielt zusätzlich die Entwicklung der verfügbaren Beifrachtkapazitäten sowie die progressive Angebotsentwicklung insbesondere an den großen Drehkreuzflughäfen in der Türkei und im Nahen Osten eine wichtige Rolle.



1) BoGu: Bosphorus and Gulf-Airlines – zusammenfassende Abkürzung für die aufstrebenden Fluggesellschaften aus den geografischen Regionen Bosphorus (Turkish Airlines) und dem Golf von Arabien (Emirates, Etihad, Qatar Airways)

Abb. 2-2: Analyse der Frachtströme im Stützzeitraum 1995 - 2014

Daten zur Cargo-Verkehrsentwicklung werden vom Statistischen Bundesamt erfasst und jährlich in der Verkehrstatistik Fachserie 8, Reihe 6: Luftverkehr⁴ veröffentlicht. Erhebungsbedingt am genauesten sind hierbei die Zahlen für Ein- und Ausladungen nach Streckenziel/Streckenherkunft von/nach Deutschland erfasst, die im Folgenden Grundlage der hier beschriebenen Analyse sind

Als konsistente Datengrundlage zur Analyse der weltweiten Außenhandelsentwicklung werden länderspezifische Werte des Exports (EXP) und Imports (IMP) der Weltbank verwendet. Sie sind mit konstanten Wechselkursen auf Basis 2005 US-Dollar⁵ angegeben und somit bezüglich Wechselkursschwankungen bereinigt. Die Daten wurden anhand der jährlichen Wachstumsraten mit anderen Datenquellen (StatBA und OECD) abgeglichen und verifiziert. Fehlende Länderda-

⁴ Statistisches Bundesamt, Fachserie 8, Reihe 6, jährlich

⁵ Exports/Imports of goods and services (constant 2005 US\$)

ten wurden unter Zuhilfenahme weiterer Quellen sowie regionalspezifischer Ex- und Importquoten im Verhältnis zum Bruttoinlandsprodukt ergänzt: OECD Key Short-Term Economic Indicators⁶.

Um im Weiteren die Luftfrachtverkehrsentwicklung auch basierend auf Informationen zur allgemeinen Wirtschaftsentwicklung modellieren zu können, wird zusätzlich wie bei der Analyse der Passagierverkehrsentwicklung die weltweite Wirtschaftsentwicklung betrachtet. Analog werden hier die länderspezifischen Werte des Bruttoinlandsproduktes (BIP) der Weltbank als konsistente Datengrundlage verwendet

Die seit vielen Jahren zunehmend wichtiger werdende Rolle der Drehkreuzflughäfen im Nahen Osten und Istanbul in der Türkei zeigt sich an den kontinuierlich stark zunehmenden Cargo-Mengen von Deutschland zu den Hubflughäfen in diesen Regionen.

Zur qualitativen Beschreibung der Korrelation der Cargo-Verkehrsentwicklung zwischen einer Quell- und einer Zielregion als abhängiger Variable mit der Außenhandelsentwicklung in Quell- und Zielregion sowie je Markt ggf. zusätzlich der Entwicklung von Beifrachtkapazitäten und aktiver Maßnahmen einzelner Regionen zur Steuerung von Cargo-Strömen als unabhängiger Variable wird je Teilmarkt (Kombination einer Quell- mit einer Zielregion) jeweils eine Regressionsfunktion für Einladungen und eine Regressionsfunktion für Ausladungen aufgestellt (vgl. Tab. 2-1).

⁶ OECD Key Short-Term Economic Indicators, Im-/ Exports of Goods and Services, März 2014

Abhängige Variable	Datenquellen
y Frachtverkehrsentwicklung in Einladungen bzw. Ausladungen pro Jahr als Index mit Basis 2014 = 100	Statistisches Bundesamt, Fachserie 8, Reihe 6: Luftverkehr, 1995-2014; Ein- bzw. Ausladungen nach Streckenziel / Streckenherkunft von / nach Deutschland (Daten vor 2007 bereinigt um im inner-europäischen Verkehr Struktureffekte infolge der Eröffnung des Fracht-Hubs in Leipzig 2008 zu berücksichtigen)

Unabhängige Variablen	Datenquellen
x_1 Export- bzw. Importentwicklung der Quellregion (EXP bzw. IMP) pro Jahr zu konstanten Wechselkursen als Index mit Basis 2014 = 100	Worldbank, Im-/Exports of goods and services (constant 2005 US\$), Stand: Okt. 2015; ergänzt mit: OECD Main Economic Indicators, Im-/Exports of Goods and Services, Stand: März 2014
x_2 Import- bzw. Exportentwicklung der Zielregion (IMP bzw. EXP) pro Jahr zu konstanten Wechselkursen als Index mit Basis 2014 = 100	
x_3 Entwicklung der Beiladefrachtkapazitäten im Passagierverkehr Ausgewählte Interkont-Relationen: Entwicklung des Passagieraufkommens pro Jahr, je Region als Indikator als Index mit Basis 2014 = 100	Statistisches Bundesamt, Fachserie 8, Reihe 6: Luftverkehr, 1995-2014; Ein- und Aussteiger nach Streckenziel / Streckenherkunft von / nach Deutschland
x_4 Entwicklung struktureller Veränderungsprozesse betrifft einzelne Teilmärkte Nach Asien/Fernost und Afrika: Frachtverkehrsentwicklung in Ein- bzw. Ausladungen pro Jahr von/nach Hubflughäfen von Emirates, Qatar Airlines, Etihad und Turkish Airlines als Index mit Basis 2014 = 100	Statistisches Bundesamt, Fachserie 8, Reihe 6: Luftverkehr, 1995-2014; Ein- bzw. Ausladungen nach Streckenziel / Streckenherkunft von/nach Deutschland

Regressionsfunktion

$$y = a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_4 + b$$

$a_1 \dots a_4$ Regressionskoeffizienten

b Konstante

Tab. 2-1: Regressionsfunktion zur quantitativen Erfassung des Zusammenhangs zwischen Cargo-Verkehrsentwicklung und Außenhandelsentwicklung

Für jeden Teilmarkt werden die relevanten, regionalspezifischen Indikatoren der jeweiligen Quell- und Zielregion berücksichtigt, wobei die Außenhandelsentwicklung für die Modellierung der Ein- und Ausladungen jeweils richtungsbezogen berücksichtigt wurden (Exporte Quellregion -> Importe Zielregion). Dies bildet die naturgemäß unsymmetrischen Handelsbeziehungen ab. Zur Gegenüberstellung der zeitlichen Entwicklung der unterschiedlichen abhängigen und unabhängigen Variablen wird für jeden Wert ein Index auf Basis von 2014 gebildet.

Darüber hinaus kann die Frachtverkehrsentwicklung auch auf die allgemeine Wirtschaftsentwicklung in den jeweiligen Quell-/Zielregionen zurückgeführt werden, indem man zusätzlich für jede Region die Korrelation der Außenhandelsentwicklung als abhängiger Variable mit der allgemeinen Wirtschaftsentwicklung als unabhängiger Variable quantifiziert. Hierzu wird für jede Region jeweils eine zusätzliche Regressionsfunktion für Exporte und eine zusätzliche Regressionsfunktion für Importe aufgestellt (vgl. Tab. 2-2).

Abhängige Variable		Datenquellen
y	Export- bzw. Importentwicklung der Quellregion (EXP bzw. IMP) pro Jahr als Index mit Basis 2014 = 100	Worldbank, Im-/Exports of goods and services (constant 2005 US\$), Stand: Okt. 2015; ergänzt mit: OECD Main Economic Indicators, Im-/Exports of Goods and Services, Stand: März 2014
Unabhängige Variable		Datenquellen
x_1	Wirtschaftsentwicklung der Quellregion als Bruttoinlandsprodukt (BIP) pro Jahr in Kaufkraftparitäten zu konstanten Wechselkursen als Index mit Basis 2014 = 100	Worldbank GDP, PPP (constant 2011 international \$), Stand: Nov. 2015; ergänzt mit: International Monetary Fund, World Economic Outlook Database, Okt. 2015 und OECD Economic Outlook Nov. 2015
Regressionsfunktion		
$y = a_1 x_1 + b$		
a_1	Regressionskoeffizient	
b	Konstante	

Tab. 2-2: Regressionsfunktion zur quantitativen Erfassung des Zusammenhangs zwischen Außenhandelsentwicklung und allgemeiner Wirtschaftsentwicklung

Zur Gegenüberstellung der zeitlichen Entwicklung der unterschiedlichen abhängigen und unabhängigen Variablen wurde für jeden Wert ein Index auf Basis von 2014 gebildet.

Um statistisch aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten, werden zum Zweck der Regressionsanalyse für den Cargo-Verkehr spezifische Teilmärkte definiert. Ein Teilmarkt beschreibt hierbei den innerdeutschen Cargo-Verkehr. Für die restlichen Teilmärkte, den grenzüberschreitenden Cargo-Verkehr, werden die Quell-/Zielregionen gezielt aggregiert: Geografisch und strukturell vergleichbare Regionen werden so zusammengefasst, dass eine ausreichend große Datenbasis je Teilmarkt einerseits und eine möglichst feinträumige Abbildung des weltweiten Cargo-Verkehrs andererseits gewährleistet ist. Tab. 2-3 zeigt die gewählte Segmentierung des weltweiten Cargo-Verkehrs in Teilmärkte zur Analyse der Cargo-Verkehrsentwicklung. Die gleiche Segmentierung wurde auch zur regionsspezifischen Modellierung der Außenhandelsentwicklung in Abhängigkeit der allgemeinen Wirtschaftsentwicklung herangezogen.

Teilmarkt bzw. Region (Cargo-Verkehr zwischen Deutschland und ...)

Kontinentalregionen	Interkontinentalregionen
Deutschland	Nordamerika
Nordeuropa	Mittelamerika und Südamerika Rest
Britische Inseln	Brasilien
FR / BE / NL / LU / AT / CH	Nordafrika
Iberische Halbinsel	Zentral- und Südafrika
Italien / Malta	China (mit Hong Kong)
Südosteuropa	Fernost Rest
GUS-Europa und Baltikum	GUS-Asien
PL / CZ / SK / HU / BG / RO	Indien
	Golfstaaten / Nahost
	Südostasien, Indischer Subkontinent Rest und Australien / Pazifik

Tab. 2-3: Definition der Teilmärkte zur Analyse der Cargo-Entwicklung

Ergebnis der Regressionsanalyse sind die Regressionskoeffizienten a_1 bis a_4 sowie die Regressionskonstanten b für jeden Teilmarkt (vgl. Tab. 2-4 und Tab. 2-5).

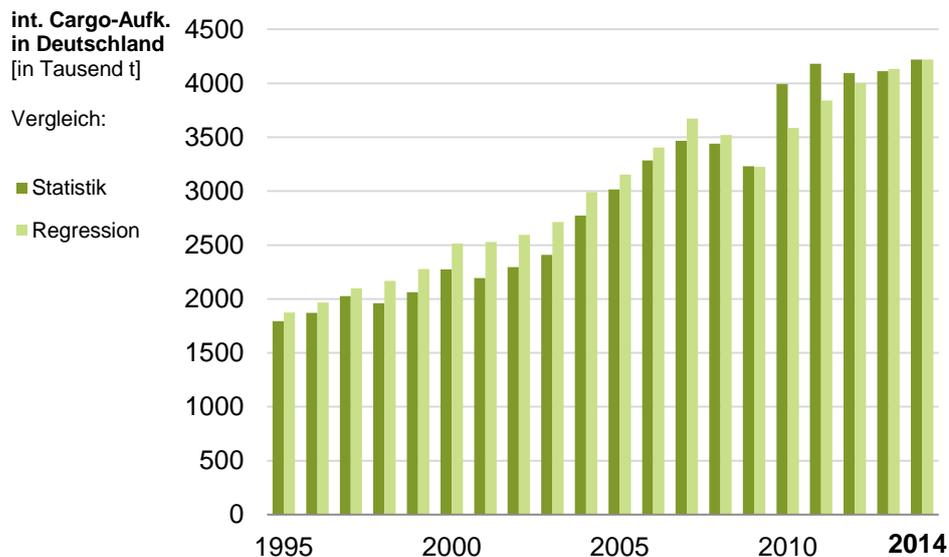


Abb. 2-3: Gegenüberstellung der tatsächlichen Cargo-Verkehrsentwicklung in Deutschland mit einer auf Basis der Regressionsergebnisse hergeleiteten Cargo-Aufkommensentwicklung zur Veranschaulichung der Qualität der linearen Approximation

Abb. 2-3 zeigt die Gegenüberstellung der tatsächlichen Cargo-Verkehrsentwicklung in Deutschland mit einer auf Basis der Regressionsergebnisse hergeleiteten Cargo-Aufkommensentwicklung zur Veranschaulichung der Qualität der linearen Approximation. Hierbei wird die gute Übereinstimmung von Regressionsergebnis und Statistik offensichtlich. Die Analyse erfolgte grundsätzlich basierend auf dem Zeitraum 1995 bis 2014. Als Ausnahme erfordern die politischen Umbrüche in Nordafrika in diesem Teilmarkt die Betrachtung etwas verkürzter Analysezeiträume (vgl. Tab. 2-4 und Tab. 2-5).

Der innerdeutsche Cargo-Verkehr lässt sich nicht hinreichend auf Basis der Außenhandelsentwicklung modellieren und stellt in dieser Analyse deshalb eine Ausnahme dar. Die im gewählten Stützzeitraum zu beobachtende rückläufige Entwicklung des innerdeutschen Cargo-Verkehrs ist im Wesentlichen auf die starke Reduktion des Luftpostverkehrs zurückzuführen. Mit Abschluss dieser strukturellen Veränderung ist von einem Ende dieses Trends auszugehen, so dass in der Prognose mit einem gleichbleibenden innerdeutschen Cargo-Aufkommen gerechnet wird.

Die Regressionsanalyse der Außenhandelsentwicklung (Exporte bzw. Importe) bezogen auf die gesamte Wirtschaftsentwicklung einer Region lieferte auch entsprechende regionspezifische Regressionskoeffizienten a sowie Regressionskonstanten b (vgl. Exporte: Tab. 2-6, Importe: Tab. 2-7). Die durchweg sehr hohen Bestimmtheitsmaße zeigen, dass sich die Korrelation zwischen Außenhandel und Wirtschaftsentwicklung für alle Regionen sehr gut durch die gewählte lineare Regressionsgleichung modellieren lässt. Im Mittel lässt sich erwartungsgemäß ein im

Vergleich zum Wirtschaftswachstum in etwa doppelt so hohes Außenhandelswachstum beobachten. Dieses Verhältnis variiert jedoch regionspezifisch stark, wie an den Regressionskoeffizienten zu erkennen ist.

EINLADUNGEN DEUTSCHLAND

Quell- / Zielregion	unabhängige Variablen				Regressionskoeffizienten				Konstante	Analyse-Daten Zeitraum von-bis	
	regionale Außenhandelsentwicklung		Beiladefrachtkapazitäten Passagierverkehrsentwicklung	Passagierstrom- verlagerungen	a1	a2	a3	a4			b
	Region 1 x1	Region 2 x2									
Nordeuropa	EXP Deutschland	IMP Nordeuropa			0,4078	0,4078	0,0000	0,0000	0,2618	1995-2014	
Britische Inseln	EXP Deutschland	IMP Britische Inseln			0,3092	0,3092	0,0000	0,0000	0,3116	1995-2014	
FR / BE / NL / LU / AT / CH	EXP Deutschland	IMP FR / BE / NL / LU / AT / CH			0,3298	0,6354	0,0000	0,0000	0,0000	1995-2014	
Iberische Halbinsel	EXP Deutschland	IMP Iberische Halbinsel			0,5268	0,3282	0,0000	0,0000	0,2050	1995-2014	
Italien / Malta	EXP Deutschland	IMP Italien / Malta			0,8567	0,0613	0,0000	0,0000	0,0000	1995-2014	
Südosteuropa	EXP Deutschland	IMP Südosteuropa		Cargo DE <-> BoGu Hubs	0,1697	0,1697	0,0000	0,2641	0,4177	1995-2014	
GUS-Europa und Baltikum	EXP Deutschland	IMP GUS-Europa und Baltikum			0,7271	0,7271	0,0000	0,0000	-0,3784	1995-2014	
PL / CZ / SK / HU / BG / RO	EXP Deutschland	IMP PL / CZ / SK / HU / BG / RO			0,3684	0,3684	0,0000	0,0000	0,1311	1995-2014	
Nordamerika	EXP Deutschland	IMP Nordamerika			0,3494	0,3494	0,0000	0,0000	0,2788	1995-2014	
Mittelamerika und Südamerika Rest	EXP Deutschland	IMP Mittelamerika und Südamerika Rest	PAX Mittelamerika und Südamerik		0,4535	0,4535	0,3996	0,0000	-0,3441	1995-2014	
Brasilien	EXP Deutschland	IMP Brasilien	PAX Brasilien		0,6447	0,6447	0,0676	0,0000	0,0000	1995-2014	
Nordafrika		IMP Nordafrika			0,0000	0,5868	0,0000	0,0000	0,5018	1995-2010	
Zentral- und Südafrika	EXP Deutschland		PAX Zentral- und Südafrika	Cargo DE <-> BoGu Hubs	0,2474	0,0000	2,2266	-0,8560	-0,6250	1995-2014	
China (mit Hong Kong)		IMP China (mit Hong Kong)		Cargo DE <-> BoGu Hubs	0,0000	1,6768	0,0000	-0,6195	-0,0551	1995-2014	
Fernost Rest	EXP Deutschland	IMP Fernost Rest		Cargo DE <-> BoGu Hubs	0,9445	0,2937	0,0000	-0,1412	0,0000	1995-2014	
GUS-Asien	EXP Deutschland	IMP GUS-Asien			2,1174	1,3082	0,0000	0,0000	-1,3108	1995-2014	
Indien	EXP Deutschland	IMP Indien	PAX Indien	Cargo DE <-> BoGu Hubs	1,6019	0,3454	0,5328	-0,8580	-0,5215	1995-2014	
Golfstaaten / Nahost	EXP Deutschland	IMP Golfstaaten / Nahost	PAX Golfstaaten / Nahost	Cargo DE <-> BoGu Hubs	0,0630	0,0630	1,1757	-0,2147	0,0000	1995-2014	
Südostasien, Indischer Subkontinent R		IMP Südostasien, Indischer Subkontinent	PAX Südostasien, Indischer Subk	Cargo DE <-> BoGu Hubs	0,0000	1,9314	0,1701	-0,9988	0,0000	1995-2014	

Tab. 2-4: Ergebnisse der Regressionsanalyse der Einladungen in Deutschland 1995 – 2014

AUSLADUNGEN DEUTSCHLAND

Quell- / Zielregion	unabhängige Variablen				Regressionskoeffizienten				Konstante	Analyse-Daten
	regionale Außenhandelsentwicklung		Beiladefrachtkapazitäten	Passagierstromverlagerungen	a1	a2	a3	a4	b	Zeitraum von-bis
	Region 1 x1	Region 2 x2	Passagierverkehrsentwicklung x3	x4						
Nordeuropa	IMP Deutschland	EXP Nordeuropa			0,5256	0,5256	0,0000	0,0000	0,0345	1995-2014
Britische Inseln	IMP Deutschland	EXP Britische Inseln			0,1389	0,1389	0,0000	0,0000	0,7092	1995-2014
FR / BE / NL / LU / AT / CH	IMP Deutschland	EXP FR / BE / NL / LU / AT / CH			0,3928	0,3928	0,0000	0,0000	0,1532	1995-2014
Iberische Halbinsel	IMP Deutschland	EXP Iberische Halbinsel			0,5160	0,5160	0,0000	0,0000	0,0917	1995-2014
Italien / Malta	IMP Deutschland	EXP Italien / Malta			0,9226	0,0266	0,0000	0,0000	0,0000	1995-2014
Südosteuropa	IMP Deutschland	EXP Südosteuropa		Cargo DE <-> BoGu Hubs	0,3524	0,3524	0,0000	0,1786	0,0000	1995-2014
GUS-Europa und Baltikum	IMP Deutschland	EXP GUS-Europa und Baltikum			0,7357	0,7357	0,0000	0,0000	-0,7094	1995-2014
PL / CZ / SK / HU / BG / RO	IMP Deutschland	EXP PL / CZ / SK / HU / BG / RO			0,1278	0,8544	0,0000	0,0000	-0,0603	1995-2014
Nordamerika	IMP Deutschland	EXP Nordamerika			0,3100	0,3100	0,0000	0,0000	0,3887	1995-2014
Mittelamerika und Südamerika Rest	IMP Deutschland	EXP Mittelamerika und Südamerika Rest	PAX Mittelamerika und Südamerik		0,4898	0,4898	0,1974	0,0000	-0,3081	1995-2014
Brasilien	IMP Deutschland	EXP Brasilien			0,3965	0,3965	0,0000	0,0000	0,3198	1995-2014
Nordafrika		EXP Nordafrika			0,0000	0,7737	0,0000	0,0000	0,2161	1995-2010
Zentral- und Südafrika		EXP Zentral- und Südafrika		Cargo DE <-> BoGu Hubs	0,0000	1,1821	0,0000	-1,6534	1,5015	1995-2011
China (mit Hong Kong)	IMP Deutschland	EXP China (mit Hong Kong)			0,5204	0,5204	0,0000	0,0000	0,0000	1995-2014
Fernost Rest		EXP Fernost Rest	PAX Fernost Rest		0,0000	0,4707	0,7031	0,0000	0,0000	1995-2014
GUS-Asien	IMP Deutschland	EXP GUS-Asien			2,1887	2,1887	0,0000	0,0000	-2,0997	1995-2014
Indien		EXP Indien	PAX Indien	Cargo DE <-> BoGu Hubs	0,0000	1,2956	0,1977	-0,5630	0,0000	1995-2014
Golfstaaten / Nahost			PAX Golfstaaten / Nahost	Cargo DE <-> BoGu Hubs	0,0000	0,0000	0,6950	0,2497	0,0761	1995-2014
Südostasien, Indischer Subkontinent	IMP Deutschland	EXP Südostasien, Indischer Subkontinent		Cargo DE <-> BoGu Hubs	0,3056	0,3056	0,0000	-1,5010	1,9046	2004-2014

Tab. 2-5: Ergebnisse der Regressionsanalyse der Ausladungen in Deutschland 1995 – 2014

Exporte der Region	unabhängige Variable	Regressionskoeffizient			Bestimmtheitsmaß
		a	b	r ²	
	x				
Deutschland	BIP Deutschland	3.2087	-2.2051	0.98	
Nordeuropa	BIP Nordeuropa	1.5357	-0.5262	1.00	
Britische Inseln	BIP Britische Inseln	1.5818	-0.5906	0.97	
FR / BE / NL / LU / AT / CH	BIP FR / BE / NL / LU / AT / CH	1.7826	-0.8603	0.98	
Iberische Halbinsel	BIP Iberische Halbinsel	1.2276	-0.4041	0.88	
Italien / Malta	BIP Italien / Malta	1.7413	-0.9262	0.72	
Südosteuropa	BIP Südosteuropa	1.2834	-0.3326	0.97	
GUS-Europa und Baltikum	BIP GUS-Europa und Baltikum	1.0726	-0.0191	0.94	
PL / CZ / SK / HU / BG / RO	BIP PL / CZ / SK / HU / BG / RO	1.7107	-0.7553	0.99	
Nordamerika	BIP Nordamerika	1.3337	-0.3903	0.91	
Mittelamerika und Südamerika Rest	BIP Mittelamerika und Südamerika Rest	1.2959	-0.2858	0.98	
Brasilien	BIP Brasilien	1.5817	-0.4791	0.89	
Nordafrika	BIP Nordafrika	1.4350	-0.3037	0.94	
Zentral- und Südafrika	BIP Zentral- und Südafrika	1.1285	0.0160	0.92	
China (mit Hong Kong)	BIP China (mit Hong Kong)	1.1554	-0.1036	0.98	
Fernost Rest	BIP Fernost Rest	2.5076	-1.4771	0.99	
GUS-Asien	BIP GUS-Asien	1.1556	-0.0294	0.95	
Indien	BIP Indien	1.4057	-0.3112	0.99	
Golfstaaten / Nahost	BIP Golfstaaten / Nahost	1.5196	-0.5176	0.98	
Südostasien, Indischer Subkontinent Rest und Australien / Pazifik	BIP Südostasien, Indischer Subkontinent Rest und Australien / Pazifik	1.2722	-0.2110	0.98	

Tab. 2-6: Ergebnisse der Regressionsanalyse der Exporte in Deutschland 1995 – 2014

Importe der Region	unabhängige Variable	Regressionskoeffizient		Bestimmtheitsmaß
		a	b	
	x			r ²
Deutschland	BIP Deutschland	2.8269	-1.8345	0.98
Nordeuropa	BIP Nordeuropa	1.7491	-0.7943	0.97
Britische Inseln	BIP Britische Inseln	1.7216	-0.6966	0.99
FR / BE / NL / LU / AT / CH	BIP FR / BE / NL / LU / AT / CH	1.8356	-0.9075	0.98
Iberische Halbinsel	BIP Iberische Halbinsel	1.6603	-0.6640	0.94
Italien / Malta	BIP Italien / Malta	2.7267	-1.8382	0.92
Südosteuropa	BIP Südosteuropa	1.5102	-0.4367	0.96
GUS-Europa und Baltikum	BIP GUS-Europa und Baltikum	1.1912	-0.1370	0.96
PL / CZ / SK / HU / BG / RO	BIP PL / CZ / SK / HU / BG / RO	1.7647	-0.7546	0.99
Nordamerika	BIP Nordamerika	1.6874	-0.6492	0.99
Mittelamerika und Südamerika Rest	BIP Mittelamerika und Südamerika Rest	1.8481	-0.8146	0.99
Brasilien	BIP Brasilien	1.5465	-0.6125	0.90
Nordafrika	BIP Nordafrika	1.3765	-0.3564	0.97
Zentral- und Südafrika	BIP Zentral- und Südafrika	1.2599	-0.2199	0.99
China (mit Hong Kong)	BIP China (mit Hong Kong)	1.0890	-0.0696	0.99
Fernost Rest	BIP Fernost Rest	1.9707	-0.9764	0.99
GUS-Asien	BIP GUS-Asien	0.8223	0.1987	0.76
Indien	BIP Indien	1.5859	-0.3602	0.98
Golfstaaten / Nahost	BIP Golfstaaten / Nahost	1.4339	-0.5021	0.98
Südostasien, Indischer Subkontinent Rest und Australien / Pazifik	BIP Südostasien, Indischer Subkontinent Rest und Australien / Pazifik	1.3561	-0.2830	0.98

Tab. 2-7: Ergebnisse der Regressionsanalyse der Importe in Deutschland 1995 – 2014

Zum **Nachweis der Modellgüte** werden in Tab. 2-8 und Tab. 2-9 für die Modellgleichungen zur Berechnung der Ein- und Ausladungen neben dem Bestimmtheitsmaß für jede unabhängige Variable auch die Modellgüte über den F-Test und der Signifikanzwert (p-Wert) ausgewiesen. Somit kann auch der Erklärungsgehalt in Form der relativen Einflussstärke der einzelnen Variablen dargestellt werden.

Regressionsmodell für Einladungen nach Zielregion	Bestimmtheitsmaß		Signifikanzniveau der Regr.-koeffizienten (p-Wert)				Plausibilitätsprüfung relative Einflussstärke der Variablen			
	r ²	F-Test	a1	a2	a3	a4	EXP DE	IMP Z	Beifr.	Frachtstrom
Nordeuropa	0.78	OK	> 0.99	> 0.99	-	-				
Britische Inseln	0.72	OK	> 0.99	> 0.99	-	-				
FR / BE / NL / LU / AT / CH	0.97	OK	> 0.99	> 0.99	-	-				
Iberische Halbinsel	0.95	OK	> 0.99	> 0.99	-	-				
Italien / Malta	0.88	OK	> 0.99	0.57	-	-				
Südosteuropa	0.85	OK	0.85	0.85	-	0.87				
GUS-Europa und Baltikum	0.84	OK	> 0.99	> 0.99	-	-				
PL / CZ / SK / HU / BG / RO	0.89	OK	> 0.99	> 0.99	-	-				
Nordamerika	0.86	OK	> 0.99	> 0.99	-	-				
Mittelamerika und Südamerika Rest	0.67	OK	> 0.99	> 0.99	0.87	-				
Brasilien	0.92	OK	> 0.99	> 0.99	0.15	-				
Nordafrika	0.53	OK	-	> 0.99	-	-				
Zentral- und Südafrika	0.90	OK	0.52	-	> 0.99	0.99				
China (mit Hong Kong)	0.97	OK	-	> 0.99	-	0.87				
Fernost Rest	0.92	OK	0.97	0.59	-	0.88				
GUS-Asien	0.74	OK	0.93	0.64	-	-				
Indien	0.89	OK	> 0.99	0.49	0.93	0.65				
Golfstaaten / Nahost	0.97	OK	0.67	0.67	> 0.99	0.83				
Südostasien, Indischer Subkontinent R	0.48	OK	-	0.99	0.63	0.93				

Tab. 2-8: Kenngrößen zum Nachweis der Modellgüte – Einladungen

Regressionsmodell für Ausladungen nach Quellregion	Bestimmtheitsmaß		Signifikanzniveau der Regr.-koeffizienten (p-Wert)				Plausibilitätsprüfung relative Einflussstärke der Variablen			
	r ²	F-Test	a1	a2	a3	a4	IMP DE	EXP Q	Beifr.	Frachtstrom
Nordeuropa	0.72	OK	> 0.99	> 0.99	-	-				
Britische Inseln	0.44	OK	> 0.99	> 0.99	-	-				
FR / BE / NL / LU / AT / CH	0.86	OK	> 0.99	> 0.99	-	-				
Iberische Halbinsel	0.90	OK	> 0.99	> 0.99	-	-				
Italien / Malta	0.92	OK	> 0.99	0.27	-	-				
Südosteuropa	0.93	OK	> 0.99	> 0.99	-	> 0.99				
GUS-Europa und Baltikum	0.66	OK	> 0.99	> 0.99	-	-				
PL / CZ / SK / HU / BG / RO	0.96	OK	0.23	0.98	-	-				
Nordamerika	0.80	OK	> 0.99	> 0.99	-	-				
Mittelamerika und Südamerika Rest	0.62	OK	> 0.99	> 0.99	0.62	-				
Brasilien	0.61	OK	> 0.99	> 0.99	-	-				
Nordafrika	0.60	OK	-	> 0.99	-	-				
Zentral- und Südafrika	0.57	OK	-	0.76	-	0.96				
China (mit Hong Kong)	0.83	OK	> 0.99	> 0.99	-	-				
Fernost Rest	0.80	OK	-	0.82	0.97	-				
GUS-Asien	0.72	OK	> 0.99	> 0.99	-	-				
Indien	0.88	OK	-	> 0.99	0.96	0.94				
Golfstaaten / Nahost	0.97	OK	-	-	> 0.99	0.91				
Südostasien, Indischer Subkontinent R	0.76	OK	0.91	0.91	-	> 0.99				

Tab. 2-9: Kenngrößen zum Nachweis der Modellgüte - Ausladungen

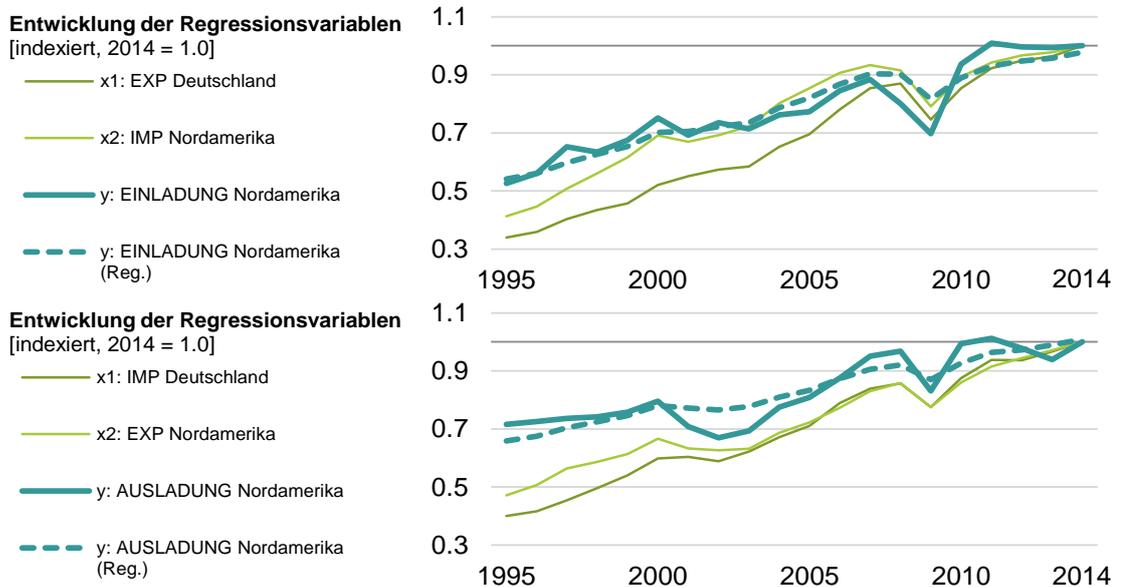
Als übergeordnete Kennzahl lässt sich die Qualität der linearen Approximation durch das Bestimmtheitsmaß r^2 ausdrücken (Wertebereich 0...1). Ist $r^2 = 1$, dann kennzeichnet dies einen perfekten linearen Zusammenhang der Regressionsvariablen. Das in Tab. 2-8 für die Einladungen und in Tab. 2-9 für die Ausladungen für jede Regression je Teilmarkt ausgewiesene Bestimmtheitsmaß zeigt, dass bei nahezu allen wichtigen Luftverkehrsmärkten ein $r^2 > 0.8$ erreicht wird. Einzelne Teilmärkte weisen aufgrund ihrer besonderen strukturellen Gegebenheiten und

einer Vielzahl zusätzlicher, hier nicht im Modell erfasster Einflussgrößen geringere Bestimmtheitsmaße auf.

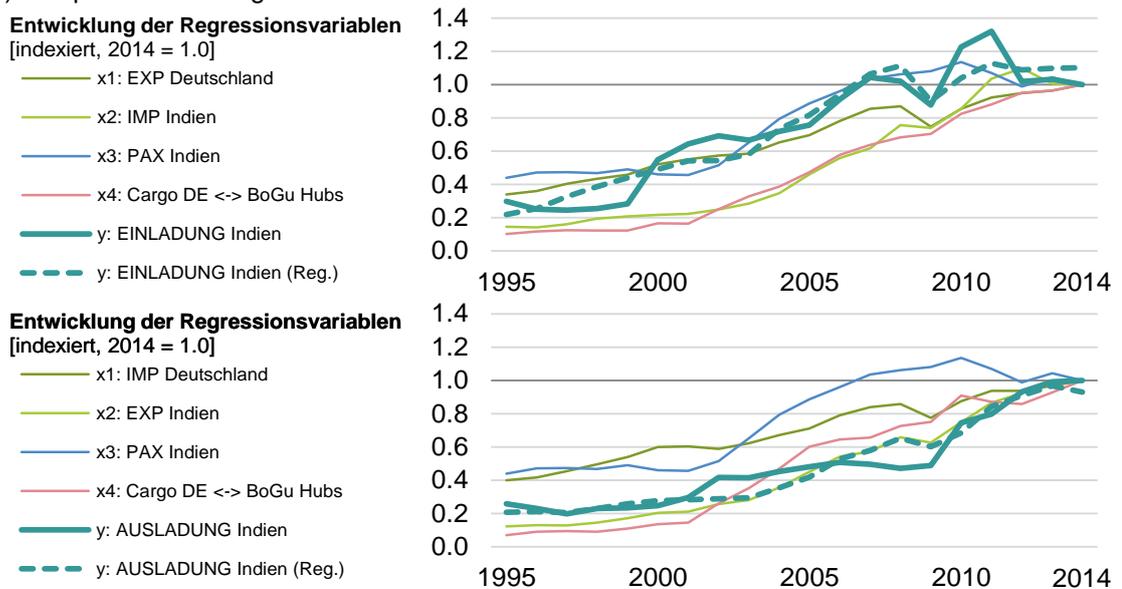
Das Signifikanzniveau der gewählten Regressionskoeffizienten erreicht in den meisten Fällen Werte über 0,99 und belegt somit auch rein statistisch eine hohe Modellgüte. Die Entscheidung für die Wahl der jeweiligen Regressionsvariablen erfolgte auch maßgeblich anhand außerstatistischer Sachkenntnis, so dass auch bei z.B. ggf. geringem p-Wert eine sachlich begründete Hypothese beibehalten wurde.

Abb. 2-4 zeigt exemplarisch die Entwicklung der Regressionsvariablen für ausgewählte Teilmärkte. Verwendet man die Regressionsergebnisse, um die Cargo-Verkehrsentwicklung allein auf Basis der unabhängigen Variablen – der Außenhandelsentwicklung sowie ggf. der Entwicklung der Beiladefrachtkapazitäten (Pax) sowie der Treiber für Cargo-Stromverlagerungen – zu bestimmen, erhält man den in Abb. 2-4 gestrichelt dargestellten Verlauf, welcher hier der zugrundeliegenden unabhängigen Variable – der tatsächlichen Cargo-Verkehrsentwicklung – gegenübergestellt ist. Hierdurch lässt sich die Qualität der linearen Approximation zur Modellierung von Passagierverkehrsentwicklungen auf Basis der gewählten unabhängigen Variablen auf Teilmarktebene grafisch demonstrieren.

Unter Abwägung von Kriterien der Modellkomplexität einerseits und Modellgüte andererseits ist die gewählte Modellierung als der vorliegenden Fragestellung angemessen einzustufen.



a) Beispiel Entwicklung des Teilmarktes Deutschland - Nordamerika



b) Beispiel Entwicklung des Teilmarktes Deutschland – Indien

Abb. 2-4: Entwicklung der Regressionsvariablen für ausgewählte Teilmärkte (a, b) und Gegenüberstellung der tatsächlichen Cargo-Verkehrsentwicklung mit einer auf Basis der Regressionsergebnisse hergeleiteten Cargo-Entwicklung zur Veranschaulichung der Qualität der linearen Approximation

2.2 Prognoseprämissen

Wichtigster Treiber für die Entwicklung des Cargo-Verkehrs ist der Außenhandel, der wiederum eng mit der Entwicklung der **Weltwirtschaft** zusammenhängt. Hierfür waren entsprechende

Annahmen zur langfristigen Entwicklung zu treffen. Dabei ist nach den Ländergruppen zu differenzieren, für die das in Kap. 2.1 beschriebene Modell aufgestellt worden ist.

Langfristprognosen der Weltwirtschaft, die nach Ländern oder Ländergruppen differenziert sind, standen von folgenden anerkannten internationalen Institutionen zur Verfügung:

- von der OECD der Economic Outlook 2018⁷
- von Internationalen Währungsfond IMF von 2018⁸
- von PwC „The world in 2050“ von 2017⁹.

Aus diesen drei Quellen wurde ein konsolidierte Wirtschaftsprognose abgeleitet, die in Tab. 2-10 dargestellt ist.

BIP WT p.a. [in %]				
<small>(Datenquellen: Weltbank, OECD, IMF, RU-Stat, PwC)</small>				
Region	<small>Analysezeitraum</small>			<small>Prognose</small>
	<small>1995-2017</small>	<small>vor - Finanz-/Eurokrise - nach</small>	<small>1995-2008</small>	
Welt gesamt	3,65%	3,94%	3,70%	3,15%
Deutschland	1,42%	1,57%	2,10%	1,35%
übriges Europa	2,34%	3,19%	1,88%	1,89%
übrige Welt	4,17%	4,34%	4,26%	3,49%
Deutschland	1,42%	1,57%	2,10%	1,35%
Nordeuropa	2,12%	2,83%	1,87%	1,96%
Westeuropa	1,97%	2,53%	1,75%	1,76%
Südeuropa	1,20%	2,17%	0,37%	1,09%
Südosteuropa	3,92%	4,27%	4,45%	3,77%
Osteuropa	3,29%	4,81%	2,11%	1,58%
Nordafrika	3,55%	4,35%	2,30%	3,92%
Nahost (Mittelmeer)	3,72%	4,00%	3,27%	3,28%
Nordamerika	2,39%	2,94%	2,17%	1,82%
Mittelamerika	2,94%	3,45%	2,97%	2,69%
Südamerika	2,52%	3,28%	1,75%	2,70%
Zentralafrika	5,27%	5,70%	4,63%	2,99%
Südafrika	2,83%	3,65%	2,04%	2,82%
Nahost (Rest)	3,93%	4,50%	3,53%	3,08%
Fernost	5,61%	5,51%	5,95%	4,25%
Australien/ Ozeanien	3,12%	3,53%	2,65%	2,75%

Tab. 2-10: Prognoseannahmen zur Wirtschaftsentwicklung nach Weltregionen

⁷ OECD, Economic Outlook 103 (Mai/Juni 2018)

⁸ Internationaler Währungsfond World Economic Outlook Cyclical Upswing, Structural Change (April 2018)

⁹ PwC, The world in 2050 (Februar 2017)

Aus der Übersichtsgaphik in Abb. 2-5 geht hervor, dass die unterstellte Wirtschaftsentwicklung sich gut in den langfristigen Trend seit 1995 einfügt.

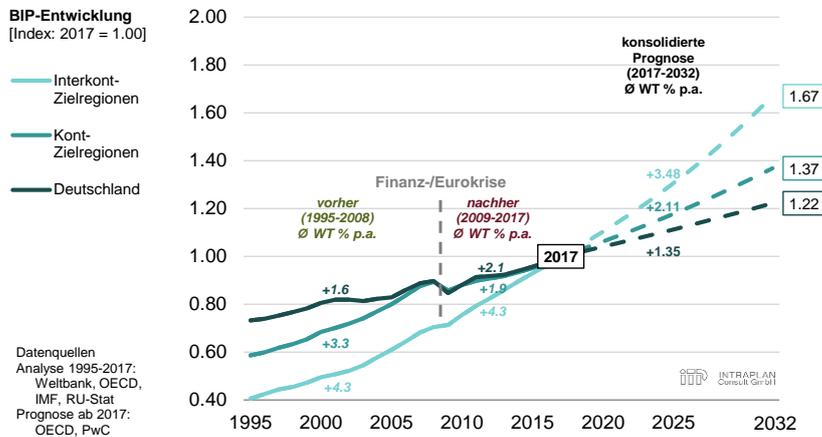


Abb. 2-5: Angenommene Entwicklung der Weltwirtschaft, differenziert nach Deutschland, übriges Europa („Kont Zielregionen“) und übrige Welt („Interkont Zielregionen), im Vergleich zur Entwicklung in der Vergangenheit

Bei den **(verkehrs-)politischen Rahmenbedingungen** wird in der vorliegenden Prognose im Prognosezeitraum bis 2032 davon ausgegangen, dass nach wie vor keine direkten Reglementierungen des Luftverkehrs in Deutschland, wie z.B. Flugverbote für Kurzstreckenflüge o.ä., vorgenommen werden. Bei den (EU-weiten) Luftverkehrsabkommen wird im Hinblick auf den Flughafen Leipzig/Halle keine wesentliche Änderung gegenüber heute angenommen. Die Umsetzung des Emissionshandelssystems wird unterstellt.

Es wurde ferner angenommen, dass das Schengen-Abkommen sowohl hinsichtlich der Mitgliedsstaaten, als auch hinsichtlich der Regelungen für den grenzüberschreitenden Verkehr auf dem heutigen Stand fortbesteht. Im Prognosezeitraum wird nach dem Brexit keine weitere EU-Veränderung der EU-Mitgliedschaft angenommen.

Es werden keine in ihren potenziellen Wirkungen unvorhersehbaren "shock events" berücksichtigt (politische Krisen, Auseinanderfallen der Eurozone, u.a.).

Hinsichtlich der **zukünftigen Entwicklung der Frachtraten** wird nach konventioneller Fracht und dem KEP-Verkehr unterschieden.

- Bei der konventionellen Fracht wird unterstellt, dass derzeit die Frachtraten aufgrund Überkapazitäten sehr niedrig sind. Mit besserer Auslastung ist real (inflationsbereinigt) kein weiteres Absinken zu erwarten.

- Beim KEP-Verkehr stieg seit 2000 das Sendungsvolumen um 87 % und der Umsatz um 84 %. Unter Berücksichtigung der Inflation entspricht dies einem Rückgang der Umsätze pro umgeschlagener Tonne um 1,6 % p.a. zwischen 2000 und 2017. Allerdings stieg das Sendungsvolumen stärker als die Tonnage (Schätzung > 1 % p.a.). Dies bedeutet, dass pro Tonne inflationsbereinigt ein Umsatzrückgang von ca. 0,5 % p.a. eintritt. Wir gehen davon aus, dass sich dieser Trend fortsetzt.

Basierend auf der in Tab. 2-11 gezeigten Auswertung prognoserelevanter Aussagen zum Wachstum der Entwicklung der Cargo-Ströme zwischen Deutschland und den **Drehkreuzen in Nahost und in der Türkei** wurde angenommen, dass sich diese Verkehre langfristig mit 4 % p.a. erhöhen werden.

Quelle	Veröff.	Thema	Zeitraum	Wachstumsrate in % p.a. (in Klammern: 2015)
Boeing WACF 2016-2017	2016	Europe ↔ Middle East	2015-2035	(2014/15: 4,0 - 4,2) 3,9 ↘
		Europe ↔ Asia		(2014/15: 5,2 - 5,3) 4,5 - 4,9 ↘
		Tonnes growth		
Alpen Capital	03/2014	Gulf Cooperation Council (GCC) region FTK growth	2012-2032	7,2
Eigene Analysen (Auswertung von Wachstumspotenzialen <u>ohne</u> Berücksichtigung aktiver strategischer Markterschließungen)	(2016)	Frachtaufkommen DE ↔	2014-2020	6,2
		DXB/DWC/AUH/DOH	2020-2035	4,3
	(2016)	Frachtaufkommen DE ↔ IST/SAW	2014-2020	3,7
			2020-2035	4,1

Tab. 2-11: Angebotsentwicklung der Hubs in Nahost und in der Türkei

2.3 Prognoseergebnisse Marktprognose

Zur Prognose der zukünftigen Luftverkehrsentwicklung von und nach Deutschland werden die Regressionsfunktionen gemäß Kap. 2.1 angewendet, um gestützt auf die in Kap. 2.2 dargestellten regionalspezifisch differenzierten Prognosen der weltweiten Wirtschaftsentwicklung und weiterer Prognoseprämissen die künftigen Verkehrsaufkommen für das Prognosejahr 2032 abzuleiten.

Dabei wird für die Cargo-Prognose in einem ersten Schritt die zu erwartende Außenhandelsentwicklung jedes Landes mit Hilfe der regionsspezifischen Regressionsfunktionen gemäß Tab. 2-6 und Tab. 2-7 ermittelt, um in einem zweiten Schritt von der Außenhandelsentwicklung auf die Cargo-Entwicklung zwischen Deutschland und allen Luftverkehrsrelevanten Ländern weltweit zu schließen.

Zur Ableitung der Luftverkehrsentwicklung von und nach Deutschland wird das Luftverkehrsaufkommen je Länderrelation im Basisjahr mit den sich über die jeweiligen Regressionszusammenhänge (siehe oben Tab. 2-4 und Tab. 2-5) ergebenden Zuwachsfaktoren multipliziert. Das so ermittelte Luftfrachtaufkommen von und nach Deutschland ist in Tab. 2-12 nach Grobregionen zusammengefasst dargestellt.

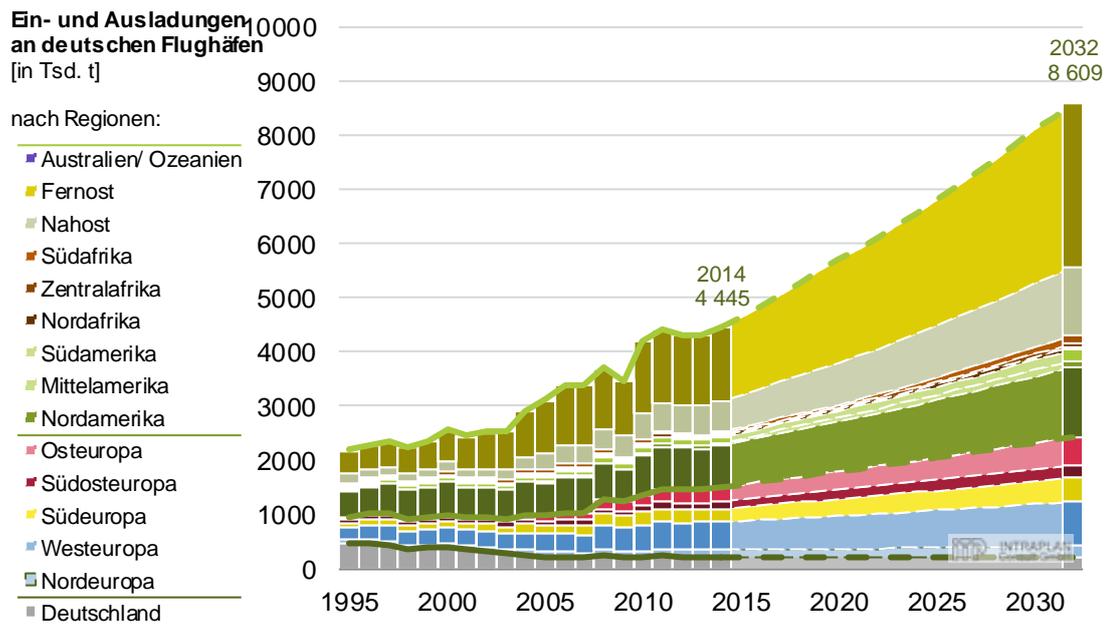


Abb. 2-6: Prognostizierte Cargo-Verkehrsentwicklung der Ein- und Ausladungen an deutschen Flughäfen nach Verkehrsströmen (Marktprognose)

EIN- UND AUSLADUNGEN AN DEUTSCHEN FLUGHÄFEN

Region aus	Analyse [Tsd. t/Jahr]		WT % p.a.	Prognose 2032	WT % p.a.
	1995	2014	1995-2014		2014-2032
Gesamt	2 188	4 445	3.80	8 609	3.74
davon innerdeutsch	461	222	-3.78	222	0.00
davon Europa	501	1 280	5.06	2 213	3.09
davon Außereuropa	1 226	2 944	4.72	6 175	4.20
Deutschland	461	222	-3.78	222	0.00
Nordeuropa	61	114	3.39	191	2.89
Westeuropa	236	521	4.26	831	2.63
Südeuropa	90	255	5.64	431	2.97
Südosteuropa	60	135	4.40	251	3.50
Osteuropa	55	255	8.44	509	3.92
Nordamerika	472	773	2.63	1 280	2.84
Mittelamerika	13	54	7.61	129	4.92
Südamerika	55	100	3.20	200	3.95
Nordafrika	19	30	2.47	59	3.76
Zentralafrika	33	34	0.22	51	2.32
Südafrika	36	45	1.15	151	6.93
Nahost	160	559	6.80	1 265	4.64
Fernost	425	1 347	6.25	3 039	4.62
Australien/ Ozeanien	12	0	-16.60	1	2.25

Tab. 2-12: Prognostiziertes Frachtverkehrsaufkommen: Summe Ein- und Ausladungen in Deutschland je Verkehrsregion zusammengefasst (Marktprognose)

Demnach steigt das an den deutschen Flughäfen umgeschlagene Cargo-Aufkommen bis 2032 um 3,7 % p.a.

Der KEP-Verkehr wächst dabei deutlich überdurchschnittlich, was auch der Beobachtung in der Vergangenheit entspricht (siehe Abb. 2-7).



Abb. 2-7: Wachstum des Express-Luftfrachtverkehrs (\approx KEP-Verkehr) gegenüber dem sonstigen Luftfrachtverkehr (Quelle: Boeing World Air Cargo Forecast 2018 – 2037)

Wir gehen demnach bis 2032 von einem **Wachstum des KEP-Verkehrs** von 4,9 % p.a. aus.

Dies liegt im Rahmen der Prognosen des Branchenverbandes BIEK¹⁰ und steht in Einklang mit den Erwartungen der großen Flugzeughersteller (Airbus Current Market Outlook 2018, Boeing World Air Cargo Forecast 2018 – 2032), die jeweils nicht nur ein starkes Cargo-Wachstum insgesamt, sondern ein weiterhin deutlich überproportionales Wachstum des KEP-Marktes erwarten (siehe Tab. 2-13).

	Cargo gesamt	davon KEP
Airbus (2018 – 2038) ¹⁾	3,6 % p.a.	4,7 % p.a.
Boeing (2018 – 2038) ²⁾	4,2 % p.a.	„deutlich höher“
BIEK (10 Jahre) ³⁾	-	> 5 % p.a.
vorliegende Prognose (2017 – 2032)	3,7 % p.a.	4,9 % p.a.

(1) Airbus Global Market Outlook 2018

(2) Boeing World Air Cargo Forecast 2018

(3) BIEK KEP-Studie 2018

Tab. 2-13: Vergleich der vorliegenden Prognose mit ausgewählten Luftfrachtprognosen

¹⁰ Bundesverband Paket und Express Logistik

3 STANDORTBEZOGENE LUFTFRACHTPROGNOSE FÜR LEIPZIG/HALLE

3.1 Methode

Welcher Anteil des in Kapitel 2 ermittelten Cargo-Verkehrs auf den Flughafen Leipzig/Halle und die anderen Flughäfen des Untersuchungsgebietes entfällt, wird durch Verkehrsumlegungen auch für den Cargo-Verkehr mittels eines **Flughafenwahlmodells** errechnet.

Als Voraussetzung dafür wurde für das Basisjahr 2017 und das Prognosejahr 2032 jeweils ein **Netzmodell** codiert:

- Dieses enthält alle relevanten Frachtflugverbindungen einschließlich des Trucking-Netzwerks (Road Feeder Service = RFS). Hierbei werden primär die Segmente konventionelle Fracht (meist Frachtlinienfluggesellschaften) und Express-Angebote der Integratoren unterschieden. Innerhalb dieser Segmente wird weiter nach Airline-Cluster differenziert, die entsprechend der Umladekonnektivitäten der einzelnen Airline-Netzwerke gruppiert wurden.
- Zur Berücksichtigung verfügbarer Beifrachtkapazitäten wurden zusätzlich alle derzeit verkehrenden Linien- und Charterflüge im Passagierverkehr, differenziert nach Fluggesellschaften und vom Flugzeugtyp abhängige Beiladekapazitäten, gemäß OAG World Airways Guide¹¹, der in elektronischer Form vorliegt, übernommen und aufbereitet.
- Diese Erfassung gilt sowohl für alle europäischen, als auch für die außereuropäischen Flughäfen, um dort Anschlussverbindungen für konkurrierende Umschlagplätze für Luftfracht und nicht direkt bediente Ziele herzustellen.
- Das Netzmodell für das Prognosejahr 2032 wurde abgeleitet aus dem jetzigen Flugplan mit Erweiterungen von Frequenzen und Strecken anhand von Planungen der Airlines (z.B. Flottenentwicklung) sowie der erwarteten relationspezifischen Marktentwicklung gemäß Kap. 2.
- Für den Cargo-Verkehr ist die zusätzliche Verknüpfung des Flug-Netzmodells mit einem Straßennetz zur Ermittlung der landseitigen Anbindungsqualität der Flughäfen relevant. Auch diese Netze wurden detailliert implementiert und sind nicht statisch, sondern berücksichtigen im Prognosehorizont die jeweiligen geplanten Ausbaumaßnahmen gemäß Bundesverkehrswegeplanung.

Durch Verknüpfung mit dem entsprechenden Netzmodell Straße (Schiene spielt als Zubringer für Luftfracht keine relevante Rolle) lassen sich für jede Quelle-Ziel-Relation die Transportalternativen als **Wegekett**en *Herkunft - Weg zum Flughafen - Startflughafen - ggf. Umladeflughafen - Endzielflughafen - Weg zum Ziel - Transportziel* ermitteln. Damit lassen sich für jede Quelle-Ziel-

¹¹ Official Air Guide, weltweiter Flugplan

Relation die jeweiligen Transportalternativen einschließlich Vor- und Nachlauf darstellen und vergleichen. Eine Prinzipskizze hierzu findet sich in Abb. 3-1.

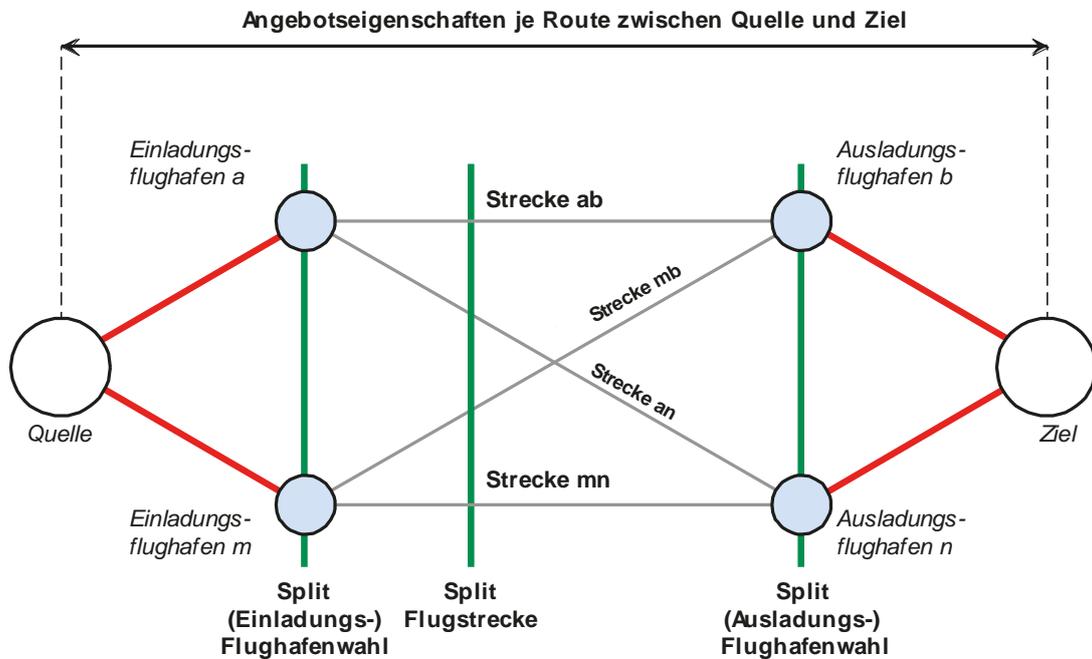


Abb. 3-1: Im Modell abgebildete Wegekettens: prinzipielles Beispiel für den Cargo-Verkehr - Flughafenwahl in Abhängigkeit vom Vor- und Nachlauf, Quelle: eigene Darstellung

Für jede Quelle-Ziel-Relation der im Routenwahlmodell gefundenen Transportalternativen werden die folgenden **Angebotseigenschaften** bestimmt: die Transportzeit einschließlich Vor- und Nachlauf, Transportkosten einschließlich Vor- und Nachlauf, Bedienungshäufigkeit, die notwendigen Umladevorgänge und die Konnektivität.¹² Nach diesen Angebotseigenschaften werden nun die Transportalternativen gewichtet. Die Gewichtung erfolgt für die Frachtarten Express (KEP) und konventionelle Cargo unterschiedlich. So ist die Bewertung der Transportzeit bei Expressfracht (KEP) höher als bei der konventionellen Fracht. Transportkosten sind dagegen bei der konventionellen Fracht für die Wahl der Transportalternativen von deutlich größerer Bedeutung als bei der Expressfracht. Die Gewichtung der Transportalternativen je Quelle-Ziel-Relation und Frachtart ist dann der Schlüssel für die Aufteilung der Tonnagen auf die Routen (einschließlich möglicher Routen, die als Trucking im Landverkehr stattfinden) und damit auf die Flughäfen: Die Transporte je Relation und Frachtart werden multipliziert mit dem Anteil der jeweiligen Route. Summiert man nun diejenigen Quelle-Ziel-Ströme je Route für diejenigen Rou-

¹² bei Expressfluggesellschaften höher wegen durchgängig optimierter Logistikketten

ten auf, in denen der Flughafen Leipzig/Halle einen Zwischenpunkt darstellt, ergibt sich das Aufkommen für diesen Flughafen.

Bei diesem Verfahren sind die in der Praxis geltenden Besonderheiten der Luftverkehrsangebote berücksichtigt. So sind bei den von den Integratoren auf die Beförderung von Expressfracht (KEP) ausgerichteten Angeboten die im Vergleich zur konventionellen Fracht höheren Flugpreise im Netzmodell umgesetzt. Es ist jeweils berücksichtigt, dass Umladeverbindungen preisgünstiger sind als die Summe der Preise der Teilstrecken. Ebenfalls modelliert ist der Grad der Durchlässigkeit der Transportnetze verschiedener Integratoren und konventioneller Frachtfluglinien sowie der Beifrachtladekapazitäten auf Passagierflügen.

Das Modell ist kalibriert an der Relationsstatistik des Statistischen Bundesamtes sowie den entsprechenden ausländischen Quellen. Dabei wird das Umlegungsergebnis je Strecke verglichen mit dem entsprechenden Zählwert. Abweichungen werden korrigiert, bis eine weitgehende Übereinstimmung zwischen Sollwert und Istwert eingestellt ist.

Das somit verfügbare Verkehrsmodell wird zur Ermittlung des künftigen Cargo-Verkehrs in den Ablauf der Prognose integriert, der als Gesamtüberblick in Abb. 3-2 dargestellt ist.

Zunächst werden die heutigen flughafenunabhängigen Transportströme analysiert und mit Hilfe des Nachfragemodells anhand der Prognoseannahmen ("Prognosetreiber Nachfrage", vgl. Kapitel 2) auf das Prognosejahr hochgerechnet (links in Abb. 3-2). Dieser Prognosezwischen-schritt spiegelt die Marktentwicklung wider. Durch eine Verkehrs-umlegung lässt sich dann bestimmen, wie sich das Verkehrsaufkommen (Cargo) verändern würde, wenn zwar der Markt in den einzelnen Regionen, Zielgebieten und Verkehrssegmenten wächst, sich aber keine Änderungen bei den Verkehrsangeboten in Leipzig/Halle und an allen anderen Standorten ergäben.

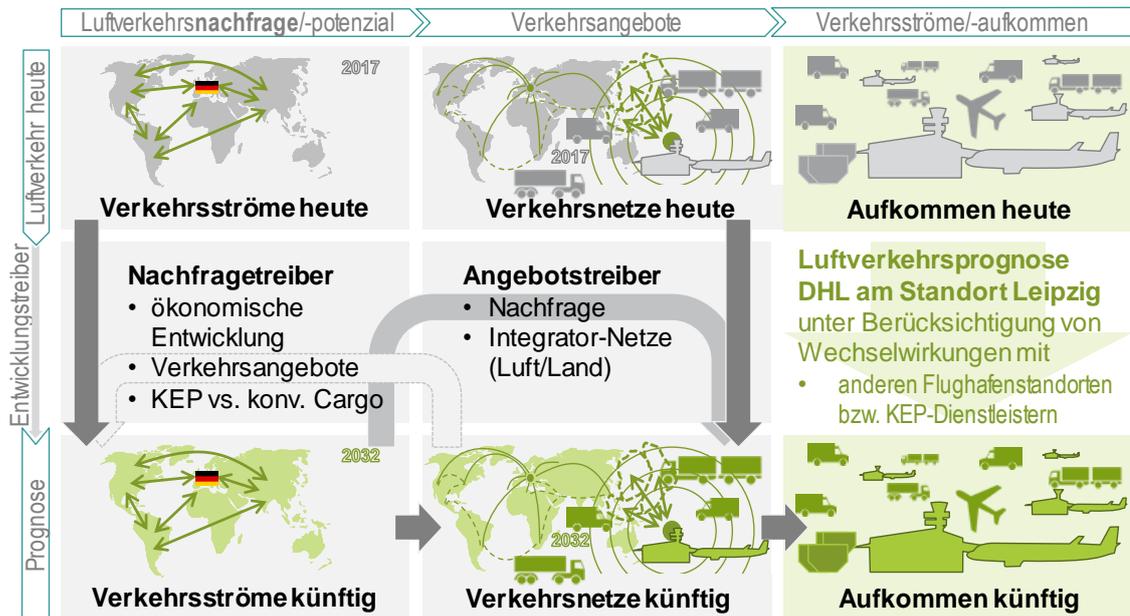


Abb. 3-2: Struktur des Prognoseverfahrens (Quelle: Intraplan Consult GmbH)

Die Wirkungen der Angebotsveränderungen aufgrund

- veränderter Kapazitäten an konkurrierenden Standorten,
- veränderter Luftfrachtströme (z.B. neuer Hub in Istanbul),
- veränderter Netze und Allianzen (z.B. Zusammenschluss FedEx/TNT),
- veränderter Flottenstrukturen (z.B. Ausmusterung von Flugzeugtypen, Einflottung neuer Flugzeugmuster, veränderte Frachtkapazitäten je Flug)
- Verschiebungen beim landseitigen Zugang

sind im mittleren Teil von Abb. 3-2 skizziert.

Letztlich setzt sich das künftige Cargo-Verkehrsaufkommen der Flughäfen aus den zwei "Säulen"

- Marktentwicklung und
- Angebotsentwicklung/Marktaberschöpfung

zusammen.

Der resultierende Arbeitsablauf zur Prognose der Ein- und Ausladungen am Flughafen Leipzig/Halle sowie der Cargo-Flugbewegungen lässt sich somit wie folgt zusammenfassen:

- (1) Die in der Nachfrageprognose prognostizierten Verkehrszuwächse liegen als feinträumige **Quelle-Ziel-Matrix** für den Status Quo, hier 2017, mit Faktoren je Einzelrelation vor. Dabei sind auch regional unterschiedliche Verkehrsstrukturen je Region bzw. Quell-Zielstruktur berücksichtigt.
- (2) Das Prognoseaufkommen wird nun auf das Netzmodell für den Status Quo (hier 2017) umgelegt. Es wird hier zunächst also so getan, als blieben die Verkehrsangebote im Luft- und Landverkehr gegenüber heute unverändert (Referenzsituation).
- (3) In das Netzmodell für 2017 werden **schrittweise** nun die **Angebotsveränderungen** eingebaut, und zwar durch entsprechende Veränderungen bei der Angebotsdichte – auch in Abhängigkeit der für die Zukunft erwarteten Flottenpolitik der beteiligten Airlines (neue Strecken und zusätzliche Frequenzen je Airline und Flughafen, dadurch Veränderung bei der Konnektivität, z.B. zusätzliche Flüge der Integratoren).
- (4) Nach jedem Schritt wird eine **Umlegung** durchgeführt und das dadurch **veränderte Aufkommen gegenüber der Referenzsituation** (siehe oben (1)) ausgewertet.
- (5) Die durchgeführten **Umlegungsschritte** sind dabei folgende
 - a) Erschließungseffekte Straße durch mögliche Veränderung der Erreichbarkeit von Leipzig/Halle
 - b) Angebotseffekt Leipzig/Halle durch Verbesserung des dortigen Flugangebotes einschließlich Umladeverkehr mit verbesserter Konnektivität
 - c) Abzugseffekte anderer Flughäfen, insbesondere der KEP-Hubs (z.B. Köln/Bonn, Lütich)

Auf diese Weise lässt sich schrittweise ermitteln, wie sich die Marktsituation von Leipzig/Halle infolge der genannten Faktoren verändern wird, ob Leipzig/Halle insgesamt also über oder unter dem Markt wächst und welche Auslastungen und Flugfrequenzen bei den zukünftig im Europa- und Interkontinentalverkehr je Airline eingesetzten Flugzeugmustern ab Leipzig/Halle zu erwarten sind.

Einen Überblick über das genannte Verkehrsmodell gibt Abb. 3-3.

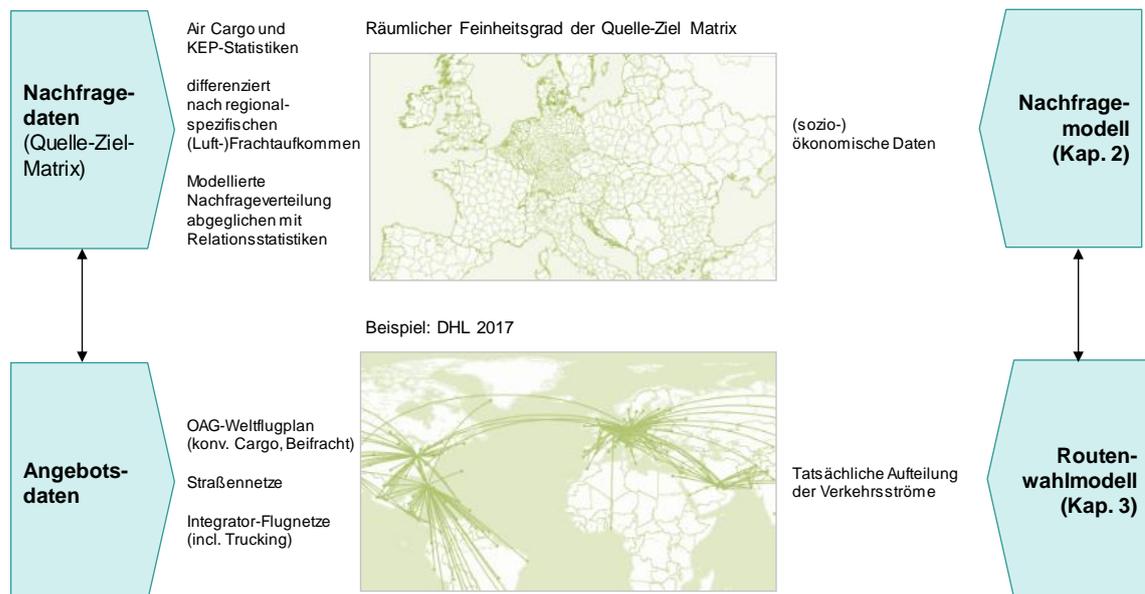


Abb. 3-3: Überblick über das Verkehrsmodell zur Prognose der Luftfracht

3.2 Prognoseannahmen

Die Hauptprämissen für diese Arbeitsschritte sind:

- Das **Geschäftsmodell des KEP-Verkehrs** unter den in Kapitel 1.2 beschriebenen Maßgaben und einschließlich eines nächtlichen Hauptdrehkreuzes besteht weiterhin fort. Es ist aus heutiger Sicht für dieses Verkehrssegment **alternativlos**.
- Der **Flughafen Leipzig/Halle** bleibt der **Hauptstandort der DHL** und das **Hauptdrehkreuz in Europa**. Auch diese Maßgabe ist aus heutiger Sicht unstrittig, weil keine Standortverlagerung beabsichtigt oder absehbar ist. Ergänzt wird das Hauptdrehkreuz wie schon heute durch regionale Drehkreuze und durch nicht in den Hub eingebundene Direktverbindungen auf aufkommensstarken Relationen. Das grundsätzliche System ändert sich aber nicht. Das Umschlagszentrum Leipzig bedient auch landseitig weiterhin das gleiche Einzugsgebiet.
- Abgesehen von regionalen und sekundären Drehkreuzen sind auch die Strukturen und die **Standorte der anderen** hauptsächlichen **KEP-Luftfracht-Dienstleister unverändert**: UPS (Hauptdrehkreuz Köln-Bonn), FEDEX-TNT (Drehkreuze Paris CDG und Lüttich)

- **Neue Anbieter**, auch der Aufbau eigener Logistik-Strukturen bei den E-Commerce-Händlern (z.B. Amazon), nutzen im Wesentlichen **dieselbe Infrastruktur** und bauen die gleichen Strukturen auf wie die spezialisierten KEP-Dienstleister wie z.B. DHL.
- Die KEP-Dienstleister **FedEx und TNT Express** integrieren zunehmend ihre Dienstleistungen und Logistikketten mit Auswirkungen auch auf den Flugbetrieb.
- Die Dienstleister **UPS und FedEx**, die in der Vergangenheit in Europa weniger expansiv agierten als die DHL, gleichen ihre Angebotsentwicklung an die Marktentwicklung an.
- Im 4-Stunden-Radius rund um die KEP-Drehkreuze werden **Lkw statt Kurzstrecken-Zubringerflüge** eingesetzt.
- Die **Verkehrsnetze der KEP und der konventionellen Fracht** sind weitgehend getrennt. Weiterhin stehen Kapazitätsüberhänge der Integratoren auch für konventionelle Fracht zur Verfügung und umgekehrt werden Beifracht-Kapazitäten in Passagierflugzeugen für KEP-Transporte auch von den kleineren KEP-Anbietern (z.B. GLS, Hermes) genutzt.
- Bei der konventionellen Fracht ist unterstellt, dass sich um die Passagier-Allianzen (z.B. Star Alliance) auch **Fracht-Allianzen** bilden bzw. konsolidieren. Dabei erfolgt auch ein Ausbau der **Kooperation zwischen DHL und Lufthansa Cargo** über die Airline Aerologic, wobei der konventionelle Luftfrachtverkehr weitgehend über Frankfurt Main erfolgt.
- **Spezialfracht-Fluggesellschaften** wie Volga-Dnjepr sind auch weiterhin am Standort Leipzig/Halle aktiv.

Was die relevanten **konkurrierenden Frachtflughäfen** betrifft, sind die wesentlichen Annahmen in Tab. 3-1 zusammengestellt, die bei den Prognose-Luftverkehrsnetzen berücksichtigt wurden.

Flughafen	Annahmen
Köln/Bonn CGN	(KEP-Drehkreuz) nachfragegerechte Erweiterung der Umschlagkapazitäten angestrebt, Planfeststellungsverfahren zur Erweiterung der Vorfeldflächen vor dem Abschluss, weitgehend engpassfrei, kein Nachtflugverbot
Lüttich LGG:	(KEP-Drehkreuz) Pläne für Erweiterung der Frachtkapazitäten (TNT/FedEx), keine Nachtflugbeschränkungen
Paris Charles de Gaulle CDG:	Funktion als KEP-Drehkreuz und Drehkreuz für konv. Fracht) konv. Fracht und KEP (FedEx) bleiben im Wesentlichen erhalten, Expansion von Nachtflügen eingeschränkt
Luxemburg LUX:	Durch die flexiblen Nachtflugregelungen kann Cargolux mit dem Markt mitwachsen; zusätzliches Drehkreuz z.B. für KEP aber nicht möglich
Berlin BER:	zunehmendes Beifrachtspotenzial durch erwartete Zunahmen im Passagier-Interkont-Angebot, Nachtflugverbot in der Kernnacht
Frankfurt Main FRA:	weiterhin zentrales Drehkreuz für konventionelle Cargo, Nachtflugverbot 23-05
Frankfurt-Hahn HHN:	konventionelle Fracht, vor allem Frachtcharter, keine Nachtflugbeschränkungen
Brüssel BRU:	Pläne für Erweiterung der Frachtkapazitäten, Bewegungskontingent nachts schränkt Entwicklungsmöglichkeiten ein
Amsterdam AMS:	Frachtkapazitäten engpassfrei, Bewegungskontingent nachts, schließt KEP-Drehkreuz aus, schränkt aber konventionelle Cargo wenig ein
Prag PRG:	Parallelpiste geplant, grundsätzlich als Cargo-Standort geeignet
Wien VIE:	Nachtflugkontingent; für konventionelle Fracht ausreichend, Parallelpiste bis 2030
München MUC:	Nachtflugverbot (Kernnacht), 3. Start-/Landebahn wird erst langfristig (nach 2032) umgesetzt
Hannover HAJ:	potenziell für Cargo geeignet, da 24h-Betrieb und Parallelpiste mit einer Kapazität von bis zu 80 Bew/h, aber nur ergänzend für Luftfracht genutzt

Tab. 3-1: Annahmen zur Entwicklung der anderen relevanten Flughafenstandorte

3.3 Prognoseergebnisse

Gegenüber 2018 wird für 2032 ein Anstieg des KEP-Verkehrs in Leipzig/Halle von fast 1,2 Mio. t auf knapp 2,5 Mio. t prognostiziert (siehe Abb. 3-4).

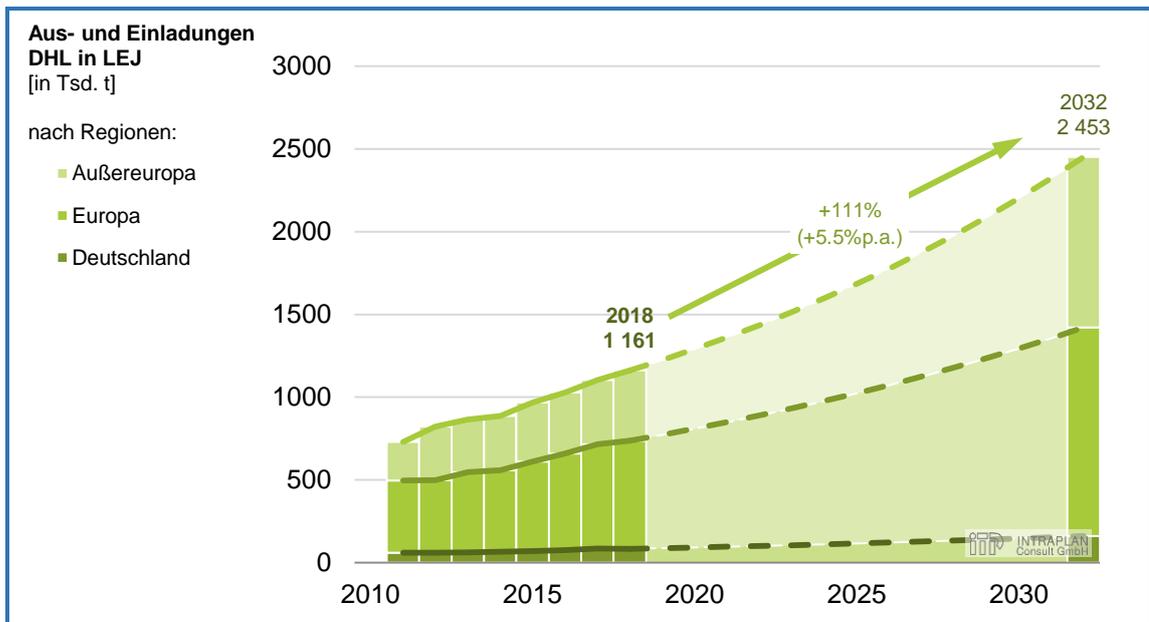


Abb. 3-4: Zu erwartende Entwicklung des Frachturnschlags von DHL am Standort Leipzig/Halle auf Grundlage der erwarteten Entwicklungen im europäischen und globalen KEP-Markt (**engpassfreie** Prognose)^{13 14}

Die DHL kann weiterhin Marktanteile hinzugewinnen, was mit der starken Präsenz im wachsenden Markt Europa – Asien und mit der starken geographisch günstigen Lage zum überproportional wachsenden Verkehr mit Ostmitteleuropa/Osteuropa zusammenhängt. Überproportional wächst das Langstreckenaufkommen. Es vergrößert seinen Anteil von 37 % in 2018 auf 42 % im Jahr 2032.

Es handelt sich dabei um eine Nachfrageprognose. Dabei sind erstens keine Änderungen bei den grundsätzlichen Logistik-Strukturen und zweitens **keine Engpässe in Leipzig/Halle** bezüglich der abzufertigenden Verkehre **unterstellt**.

¹³ KEP-Verkehr sowie in für den KEP-Verkehr vorgesehenen Flügen beförderte sonstige Fracht

¹⁴ Hinzu kommen 2018 noch knapp 50 Tsd. Tonnen sonstige Fracht. Dieser Verkehr steigt auf 84 Tsd. Tonnen an

Gegenüber dem Marktwachstum im Luftfrachtverkehr von 3,7 % p.a., darunter ein Wachstum im KEP-Verkehr von 4,9 % p.a., wird für Leipzig/Halle ein **überproportionales Wachstum** von 5,5 % p.a. bis 2032 erwartet (siehe Tab. 3-2).

Mittlere jährliche Zuwachsraten Gesamtmarkt 2018 bis 2032:	
Cargo Deutschland/Europa	3,7 % p.a.
davon KEP-Verkehr	4,9 % p.a.
Davon entfallen auf	
KEP in Leipzig/Halle:	5,5 % p.a.

Tab. 3-2: Überblick für die Nachfrageprognose

In der Vergangenheit, hier zwischen 2010 und 2018, lag das Wachstum des KEP-Verkehrs in Leipzig/Halle bei 8,4 %, also über der hier prognostizierten Zuwachsrate (siehe auch Abb. 3-5).

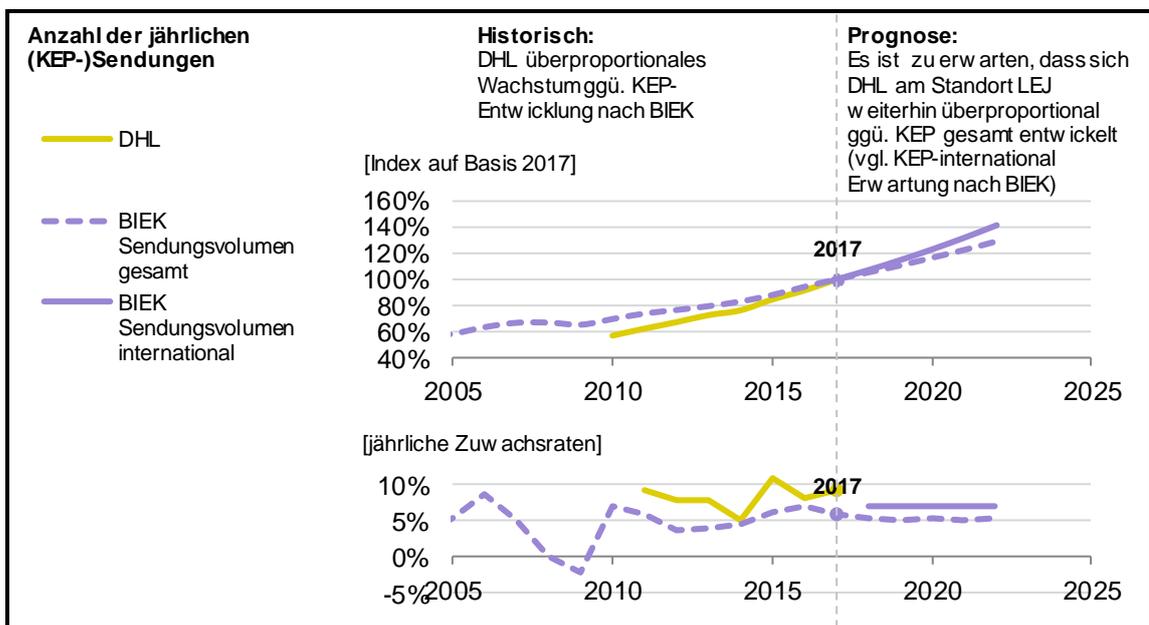


Abb. 3-5: Entwicklungserwartung des KEP-Verkehrs gemäß dem Branchenverband BIEK verglichen mit der tatsächlichen Entwicklung der Sendungszahlen von DHL am Standort LEJ

4 AUSWIRKUNGEN DER VORFELDERWEITERUNG AUF VERKEHRSNACHFRAGE UND FLUGBEWEGUNGEN

4.1 Allgemeine Vorgehensweise

Die in Kapitel 3 erfolgte Nachfrageermittlung berücksichtigt keine Kapazitätsrestriktionen. Da künftig solche bezüglich des für den KEP-Verkehr zentrale Vorfeld 4 zu erwarten sind, beantragt die Flughafen Leipzig/Halle GmbH eine Erweiterung dieses Vorfeldes (Planungsfall). Ohne Erweiterung dieses Vorfeldes (Prognosenufall) bestünden Kapazitätsengpässe, die sich in einer verschlechterten Betriebsqualität und in einer Abweisung von Verkehren auswirken würde. Im Planfall würde – bei umgekehrter Betrachtung – durch eine Vorfelderweiterung zusätzlicher Verkehr ermöglicht, der im Planfeststellungsverfahren in seinem Ausmaß und seiner Wirkung darzustellen und zu bewerten ist.

Da zunächst in Kap. 3 von einer Nachfrageprognose ohne Berücksichtigung von Kapazitätsengpässen ausgegangen wurde, ist hier „rückwärts“ zu rechnen:

- Ermittlung der Flugbewegungen und, daraus abgeleitet, des Stellplatzbedarfs aus der Nachfrageprognose
- Dabei Überprüfung, inwieweit hierfür das geplante Vorfeld in seiner ausgebauten Form ausreichend ist. Wenn dies der Fall ist, stellt die Nachfrageprognose den Zustand mit Vorfelderweiterung dar (= Planungsfall)
- Demgegenüber Ermittlung der ohne Vorfelderweiterung nicht zu befriedigenden Nachfrage (= Prognosenufall)

4.2 Methodik

Zunächst wurde ein **Bemessungstag** (bzw. ein entsprechender 24h-Zeitraum) ausgewählt¹⁵, und zwar der 5. Juni 12:00 Uhr bis 6. Juni 11:59. Dieser 24h-Zeitraum stellt einen typischen Betriebstag mit hohem Aufkommen außerhalb der Nachfragespitze vor Weihnachten (15.11. bis 23.12.) dar und eignet sich deshalb für die Dimensionierung der Anlagen. Für diesen Tag wurden die zeitlichen Strukturen und der Flugzeug-Abstellbedarf analysiert (siehe Abb. 4-1, oben Mitte).

¹⁵ abgestimmt mit dem Betreiber, der DHL

Dabei wurden nicht nur die Ankünfte und Abflüge zeitlich analysiert, sondern die Zeit und der Verbleib der Flugzeuge zwischen Landung und Abflug, das heißt, es wurden die **verketteten Flüge** betrachtet. Auf diese Weise ließen sich die tatsächlichen **gleichzeitigen Abstellungen** auf den Vorfeldern für das Basisjahr exakt ermitteln. Typisch für den Hub-Flughafen Leipzig/Halle ist dabei, dass während des nächtlichen Drehkreuzbetriebes, nachdem die meisten Flugzeuge bis 0:30 landen, entladen werden, dann nach der Sortierung der Fracht wieder beladen werden, bevor sie frühmorgens (in der Regel ab 3:30 Uhr) starten können, **viele Flugzeuge gleichzeitig am Platz** stehen müssen.

Basierend auf der engpassfreien Verkehrsprognose wird unter **Berücksichtigung der Anzahl** der zur Verfügung stehenden **Abstellpositionen** jeweils der Prognosenullfall und Prognoseplanungsfall abgeleitet. Zentrales Element ist dabei die modelltechnisch umgesetzte Möglichkeit, die von DHL netzweit über LEJ gebündelten Frachtströme unter Berücksichtigung der jeweils ineinandergreifenden Zu- und Abbringerkapazitäten und somit des dafür geeigneten Flottenmix **so zu skalieren**, bis **alle Flugzeuge am Bemessungstag** auf dem Vorfeld 4 **positioniert werden können**. Jeweils darüber hinaus gehendes Potential wird über andere KEP-Verbindungen abgewickelt (Umgehung des Umschlagszentrums Leipzig durch Nutzung anderer Standorte, andere KEP-Dienstleister gewinnen Marktanteile). Der untersuchte Planungsfall (mit Vorfelderweiterung) sollte dabei dem engpassfreien Prognosefall entsprechen, was nachzuweisen ist. Wohingegen im Prognosenullfall (Marktwachstum bis 2032) voraussichtlich nicht der gesamte zusätzliche Verkehr positioniert werden kann (Engpassfall). Eine Übersicht über die Methodik in diesem Prognoseschritt gibt Abb. 4-1.

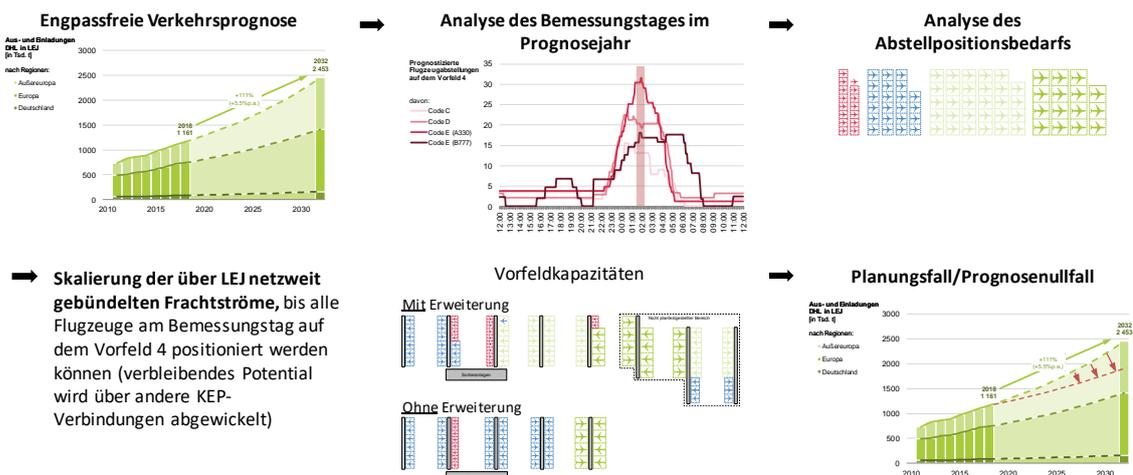


Abb. 4-1: Übersicht zur verwendeten Methodik bei der Ableitung der am Standort LEJ für Planungsfall und Prognosenullfall relevanten Verkehrsmengen DHL

Anhand der Nachfrageprognose gemäß Kapitel 3 (siehe links oben in Abb. 4-1) wird der im Flugbuch¹⁶ erfasste **Verkehr eines kompletten Betriebsjahres** (hier 2018) mit allen Elementen (Ankunfts-/Abflugdatum und -zeit, Flugnummer, Destination, Frachtmengen, Flugzeugtyp, Vorfeldnutzung, usw.) **hochgerechnet**.

Die Hochrechnung erfolgt in **zwei Schritten**:

- (1) Hochrechnung der Flüge (mit allen genannten Elementen) anhand der in Kap. 3 ermittelten standortspezifischen Nachfrageprognose je Segment (hier: Destinationen bzw. Regionen mit den jeweils spezifischen Wachstumsfaktoren aus der Marktprognose). Durch die unterschiedliche Marktentwicklung je Region/Destination ergeben sich Struktureffekte: z.B. hat der künftig höhere Anteil am Interkontinentalverkehr die Folge, dass die mittlere Flugzeuggröße und die mittlere Zuladung zunehmen und die für die Interkontinentalflüge bevorzugten Abflug- und Ankunftszeiten, usw. besonders stark zunehmen.
- (2) Die hochgerechneten Ergebnisse nach (1) werden in einem zweiten Schritt anhand der Auslastung und anhand der zur Verfügung stehenden Flotte überprüft und verändert ("Flugzeugtausch"). So macht es in der Regel keinen Sinn, aufgrund von Nachfragesteigerungen bestimmte Destinationen öfters anzufliegen als einmal pro Tag bzw. pro Nacht. Besser ist es diesem Falle, Flugzeuge mit höherer Kapazität zu nutzen, sofern solche zur Verfügung stehen. Bei Destinationen, die heute nicht täglich geflogen werden oder wo aus Auslastungsgründen Dreiecksflüge stattfinden, werden die Frequenzen erhöht und Direktflüge eingeführt. Bei diesen modellgestützten Rechnungen wird immer die Regelmäßigkeit der Flüge berücksichtigt: Es ist wenig sinnvoll, an einzelnen Tagen schlecht ausgelastete Flugzeuge durch kleinere zu ersetzen, wenn an anderen Tagen größere Kapazitäten erforderlich sind. Gerade aus letzteren Gründen ist es sinnvoll, dass die Berechnungen auf der Basis der Flugbuchdaten **eines Gesamtjahres** erfolgen.

Aus dieser Hochrechnung auf das Gesamtjahr wurde nun der Abstellungsbedarf für den Bemessungstag (bzw. den Bemessungs-24h-Zeitraum) abgeleitet. Da bei der Hochrechnung die Flüge mit allen relevanten Parametern einschließlich der Ankunfts- und Abflugzeiten erfasst sind, konnte auch für den Prognosehorizont ermittelt werden, wie **viele Flugzeuge künftig gleichzeitig am Platz** stehen müssen.

¹⁶ Flugbuch: Erfassung sämtlicher Flugbewegungen mit allen relevanten Einträgen: Abflug-/Ankunftsdaten und -zeit geplant und tatsächlich, Flugart, Flugzeugkennung, Airline, Herkunft/Ziel des Fluges, Beladung, welches Vorfeld genutzt, usw.

Der konkrete **Abstellbedarf** (siehe rechts oben in Abb. 4-1) wurde nun für den Planungsfall (mit Vorfelderweiterung) und den Prognosenullfall (ohne Erweiterung) **mit den vorhandenen Stellplätzen verglichen** (siehe Abb. 4-1 unten Mitte).

Wenn die Flüge nicht auf dem Vorfeld Platz finden und auch kein zwischenzeitlicher Ersatz in benachbarten Vorfeldern zur Verfügung steht, müssen für diesen Fall die Flugbewegungszahlen nach unten skaliert werden (siehe Abb. 4-1 unten rechts):

Der abzuweisende Verkehr für den **Bemessungstag** kann gemäß der Methodik auf das **Gesamtjahr** bezogen bzw. hochgerechnet werden, weil ja das gesamte auf 2032 hochgerechnete Flugbuch des Jahres 2018 zur Verfügung stand, so dass die abgewiesenen Flüge als Flugserien für alle relevanten Verkehrsfrage des Jahres „gestrichen“ werden können.

4.3 Für die Bemessung des Verkehrs in beiden Planfällen geltenden Annahmen

Es ist davon auszugehen, dass die DHL wie auch die anderen KEP-Dienstleister¹⁷ ihre **Flotte** auf die Verfügbarkeit geeigneter Modelle (z.B. scheiden künftig die heute viel genutzte B757 und Airbus A300 aufgrund ihres Alters aus) und auf die notwendigen **Transportkapazitäten** ausrichtet (z.B. Boeing 777F für aufkommensstarke Interkontinentalstrecken) (siehe Tab. 4-1).

heute:	künftig erwartet:
B737	B737, A321 A321 stehen künftig als moderne Umbafrachter zur Verfügung
B757	(-)
A300	(-)
B767	B767, A330 "Zukunftsflotte" aufzunehmende Transportkapazität ausgerichtet
B777	B777
B747	B747

Tab. 4-1: Angenommene Entwicklung der von der DHL genutzten Flugzeugflotte

¹⁷ Z.B. setzt UPS auf die B748 als Ersatz für MD11, z.T. B744 und B767

Am Flughafen Leipzig/Halle bleibt das Verteilzentrum südlich der südlichen Start- und Landebahn der einzige Standort mit dieser Funktion. Die **Flugzeugabstellung** zum Ent- und Beladen erfordert, wie auch in Kapitel 1.3 beschrieben, die **Nähe zum Verteilzentrum**. Nur nicht in den Knoten eingebundene Flüge, Flugzeuge mit längerer Bodenzeit (kommt z.T. im Interkontinentalverkehr vor, auch bei unregelmäßigen, wie Verstärkerflügen) werden ganz oder teilweise (unter Nutzung zwischenzeitlicher Schleppvorgänge) außerhalb des Vorfeldes 4 abgestellt. Dies gilt auch für besondere Verkehrsspitzen (z.B. Vorweihnachtsspitze), wo als Überlauf kurzzeitig auch andere Abstellflächen am Flughafen in Anspruch genommen werden.

Dimensionierungsgrundlage für die gebäudenahen Vorfelder (Vorfeld 4) ist der **regelmäßige Verkehr** an den **Sortiertagen 2 – 5 außerhalb der Vorweihnachtszeit**. Dieser Verkehr, der etwa dem Tag mit dem 30. höchsten Verkehrsaufkommen entspricht, der häufig als Dimensionierungsgrundlage für luft- und landseitige Anlagen Verwendung findet, ist **regelmäßig auf dem Vorfeld 4 zu positionieren**, um das Geschäftsmodell nicht zu gefährden. Zur Bewältigung darüber hinaus gehender Verkehrsspitzen (z.B. Vorweihnachtszeit) sowie unregelmäßiger und nicht zeitkritischer Verkehre wird (weiterhin) vorwiegend das Vorfeld 2 genutzt. Hier kann die DHL 9 Abstellpositionen der Kategorie Code C und 4 Positionen der Kategorie Code D nutzen.¹⁸

Ein weiteres Verkehrswachstum ist durch Verwendung **größerer Flugzeugmuster** durch **Auslastungssteigerungen** sowie durch **Optimierung von Abstellungen** möglich: Ersteres ist teilweise auch wegen der geänderten Verkehrsstrukturen erforderlich (der Interkontinentalverkehr erfordert andere, größere Flugzeuge als der Kontinentalverkehr); Auslastungssteigerungen sind nur in begrenztem Umfang möglich, weil tägliche und saisonale Schwankungen im Transportaufkommen auftreten. Bei den Abstellungen wurde von einer flexiblen Nutzung der Flächen (keine festen Parkierungen für Code C-, D-, E-, F-Flugzeuge, sondern multiple Abstellmöglichkeiten) ausgegangen (siehe Abb. 4-2).

¹⁸ Es sind hier (siehe unten Abbildung 4-10) 8 Positionen der Kategorie Code E, eine Position der Kategorie Code D und 2 der Kategorie Code C vorhanden, die aber nicht alle der DHL zur Verfügung stehen. Bei flexibler Nutzung können hier die genannten, benötigten 9 Positionen der Kategorie Code C und 4 der Kategorie Code D für DHL nutzbar gemacht werden.

Bei der Positionierung der prognostizierten Abstellungen auf dem Vorfeld 4 gelten folgende Prämissen:

- Die vorhandenen bzw. planfestzustellenden **Vorfeldflächen können im Sinne einer möglichst effizienten Platzausnutzung frei zugeteilt werden** (ICAO Airport Reference Code).
- Die Abstellpositionen werden in vier Kategorien unterschieden (**Code C, Code D, Code E, Code E+/F**)

			
Code C (AT72, B737, A321, B757)	Code D (B757W, TU20, A300, B767)	Code E (A330 ¹)	Code E+/F (B777, B747)

- Die **nutzbare Länge zur Flugzeugabstellung von Apron A bis F (Pier Ost/West) sowie von Apron G (Pier Ost/West) ist identisch**. Folgendes, unten skizziertes Belegungsszenario entspricht dem Bedarf (siehe Abb. 4-6), wobei eine Abstellposition einer bestimmten Kategorie stets von einer darunterliegenden Flugzeugkategorie genutzt werden kann.

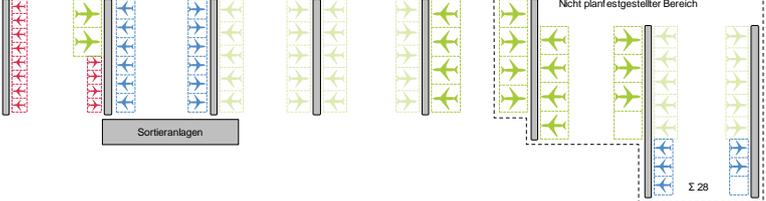


Abb. 4-2: Prämissen zur Positionierung am Vorfeld 4

Um eine Robustheit gegenüber Unregelmäßigkeiten im Flugplan zu gewährleisten, wird für die Planung der Abstellungen jeweils ein **30-min-Puffer zwischen der Off-Block-Zeit eines Flugzeugs und der On-Block-Zeit des darauffolgenden Flugzeugs** vorgesehen (wenn diese auf der gleichen Abstellposition geplant werden).

Wenn Flugzeuge länger als eine Nacht auf dem Flughafen Leipzig/Halle verbleiben, werden sie wie heute sowohl im Planungsfall als auch im Prognosenullfall **nur für die Zeit des Be- bzw. Entladens auf dem Vorfeld 4** abgestellt und ansonsten umgeschleppt.

Flugzeug-Abfertigungen, welche heute zur Gänze außerhalb von Vorfeld 4 stattfinden, werden auch in den Prognosefällen nicht für das Vorfeld 4 eingeplant. Der Abstellungsbedarfszuwachs, der aus diesen Verkehren resultiert, wird jedoch im Planungsfall auf dem Vorfeld 4 vorgesehen, während er im Prognosenullfall auf dem Vorfeld 2 verbleibt, wo 5 Abstellpositionen mehr genehmigt sind, als tatsächlich bisher realisiert wurde.

4.4 Situation im Basisjahr

Im Basisjahr 2018 war das bestehende Vorfeld 4 am Bemessungstag nahezu voll ausgelastet. Dies wurde im Rahmen **unserer** Analysen bestätigt (siehe Abb. 4-3). Die Belegung am Bemess-

sungstag im Jahr 2018 eignet sich folglich, um die Kapazität des bestehenden Vorfeldes 4 abzuleiten und das Rechenverfahren zu kalibrieren.

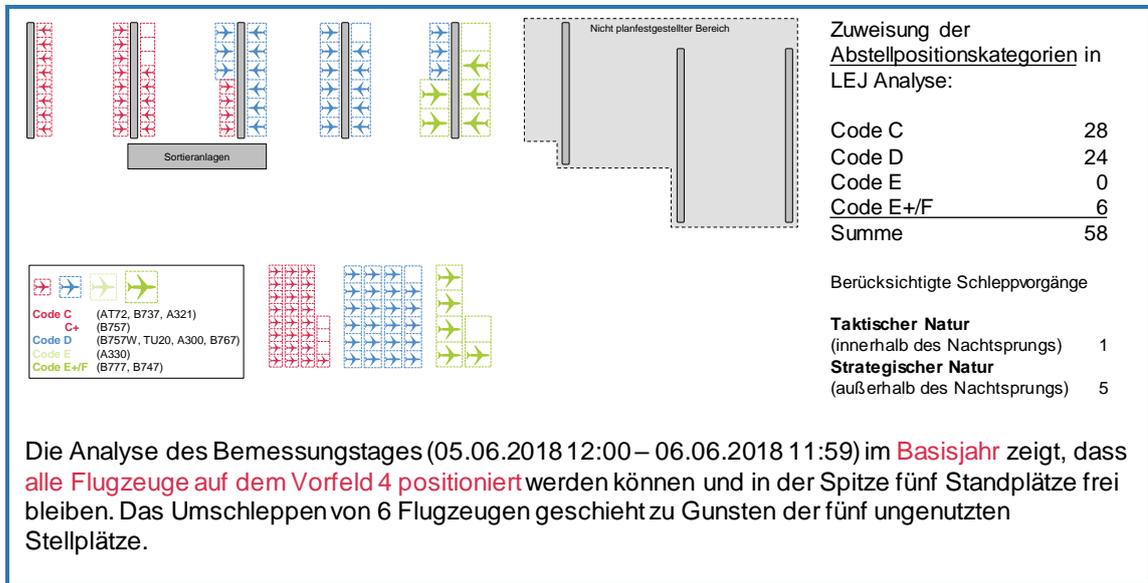


Abb. 4-3: Analyse der Positionierung der DHL-Flugzeuge auf dem Vorfeld 4 im Basisjahr 2018

4.5 Flugbewegungen und Abstellbedarf im Planungsfall

Aus der Nachfrageprognose (Kap. 3) und der aufbauenden Flugbuchhochrechnung (Kap. 4.2) ergibt sich für das Gesamtjahr 2032 eine Anzahl von 31.200 abzufertigenden Flugzeugen im KEP-Verkehr in Leipzig/Halle (siehe Tab. 4-2).

	Abzufertigende Flugzeuge in 1000	
	2018	2032
Kontinentalverkehr	19,0	23,7
Interkontinentalverkehr	3,3	7,5
Summe	22,3	31,2

Tab. 4-2: Gemäß Nachfrageprognose in Leipzig/Halle im KEP-Verkehr abzufertigende Flugzeuge (in 1000)¹⁹

¹⁹ Ein abzufertigendes Flugzeug führt zu jeweils einer Landung und einem Start, also zwei Flugbewegungen. Nicht berücksichtigt sind hier Leer- bzw. Überführungsflüge

Dies entspricht einer Steigerung von 40 % gegenüber 2018. Dabei entwickelt sich der Interkontinentalverkehr deutlich überproportional (von 3.300 auf 7.500 abgefertigte Flüge). Dies hat einen überproportionalen Anstieg an großen Flugzeugen zur Folge. Doch auch im Kontinentalverkehr werden künftig größere Flugzeuge eingesetzt (siehe Abb. Abb. 4-4).

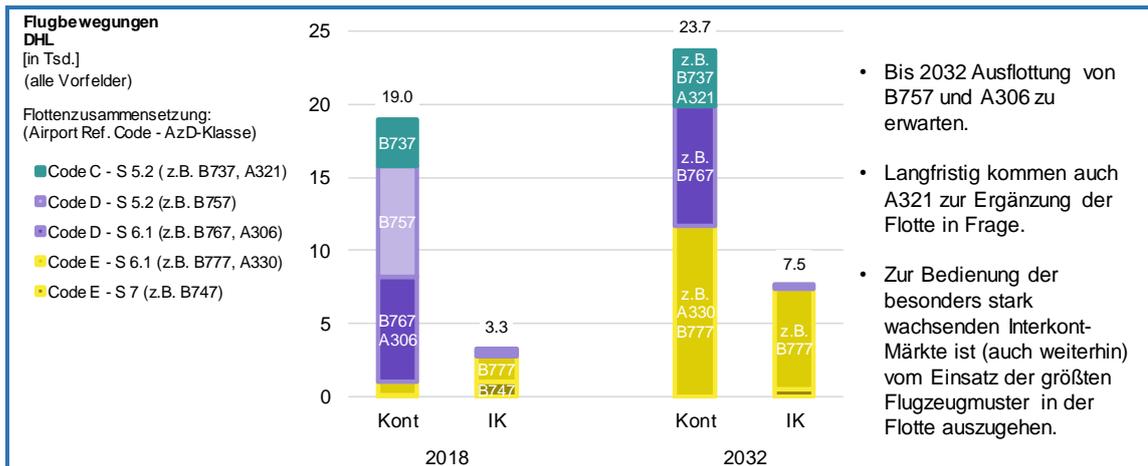


Abb. 4-4: Abgefertigte Flugzeuge 2032 im KEP-Verkehr in Leipzig/Halle nach Flugzeugkategorien und Kontinental- und Interkontinentalverkehr

Diese Hochrechnung wurde nun für den Bemessungstag ausgewertet. Für diesen Tag ergeben sich die in Abb. 4-5 gezeigten Flugbewegungen je Luftfahrzeugklasse.

Anzahl abgefertigte Flugzeuge pro Nacht					
Bemessungstag 2018 (KW23, Sortiertag 3 Dienstag 12:00 - Mittwoch 11:59)					
		2018 Flugbuch		2032	
		ges	Vorf. 4	ges	Vorf. 4
Code E/F	B747	3	2.5	3	3
Code E/F	B777	9	9	29	26
Code E small	A330	1	0	34	31
Code D large	B767	4	4	34	29
Code D middle	A306	22	20	0	0
Code D small	TU20	1	1	0	0
Code D small winglet	B757-W	2	2	0	0
Code C+	B757	30	25	0	0
Code C large	A321	0	0	12	11
Code C	B737	16	14	8	7
Sonst		2	0	4	0
Summe		90	77.5	124	106

- Stark wachsende Interkontinentalmärkte erfordern künftig (wie bereits heute) hohe Transportkapazitäten → B777
- Altersbedingt bis 2032 ausscheidende A306, aber auch B757 werden hauptsächlich durch größere B767 und A330 ersetzt.
- Teilweise Aufnahme des Aufkommenswachstums auf bisher mit B737 bedienten Strecken auch durch Einsatz von A321 Umbaufrachtern denkbar.

Abb. 4-5: Prognostizierte Flugbewegungen von DHL in Leipzig am Bemessungstag 2032

Basierend auf den Bewegungen im Basisjahr 2018 wurden infolge der Flottenverschiebungen für 2032 aus der nachfragebasierten Hochrechnung insgesamt **124 abzufertigende Flugzeuge** ermittelt. Nach der Analyse des konkreten Abstellbedarfs wurde berechnet, dass zusammen **106 Abstellvorgänge auf** den benachbarten **Vorfelder 4 und 5** stattfinden, davon jedoch nur ein Teil, nämlich maximal 82, gleichzeitig (Abb. 4-6). Bei diesem Spitzenwert entfallen 13 Flugzeuge auf die ICAO-Kategorie C (Standardflugzeuge wie Boeing 737), 19 auf Code D (kleinere Großraumflugzeuge wie Boeing B767), 32 auf Großraumflugzeuge der Kategorie Code E (z.B. Airbus A330) und 18 Großraumflugzeuge auf Kategorie E+ (Boeing 777 mit 65 m Spannweite). die meisten, nämlich 78 Abstellungen, entfallen dabei auf das Vorfeld 4.

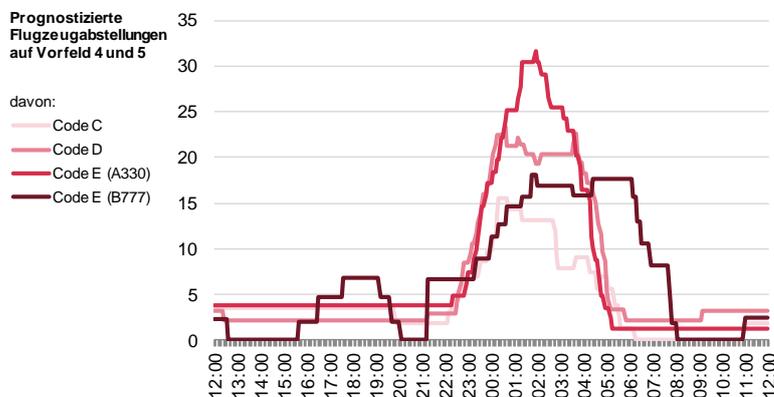


Abb. 4-6: Flugzeugabstellungen am Bemessungstag auf dem Vorfeld 4 & 5 im Planungsfall im zeitlichen Tagesverlauf und nach Flugzeugkategorien

Im Planungsfall stehen auf Vorfeld 4 zusätzlich zum Bestand von 58,1 ha die **beantragten 39,1 ha** zur Verfügung (siehe Tab. 4-3).

	Istzustand (Bestand)	Planungsfall (Bestand + beantragt)
Bestand	58,1 ha	58,1 ha
beantragt	-	39,1 ha
nutzbare Vorfeldfläche	58,1 ha	97,2 ha

Tab. 4-3: Im Planungsfall für Vorfeld 4 zur Verfügung stehende Vorfeldflächen

Werden diese Flächen, wie in Abb. 4-5 gezeigt, den betreffenden Flugzeugen bzw. Flugzeugkategorien zugewiesen, lassen sich im Planungsfall aufgrund der Vorfelderweiterung alle 82 Flugzeuge unter Berücksichtigung der Flugzeuggrößenstruktur an den Vorfeldern 4 und 5 abstellen und damit die gesamte Nachfrage gemäß Prognose realisieren (siehe Abb. 4-7 für Vorfeld 4). Dabei entspricht der prognostizierte zusätzliche Abstellungsbedarf nahezu den Erweiterungsflächen. Berücksichtigt man, dass die im Planungsfall heute stattfindenden und hier hochgerechnete Umschleppungen unterbleiben können und ein Teil des DHL-Verkehrs, der auf dem Vorfeld 2 stattfindet, auf das Vorfeld 4 verlagert wird, **ist das Vorfeld 4 im künftigen Zuschnitt richtig dimensioniert** und die Erweiterungen im betreffenden Umfang begründet.

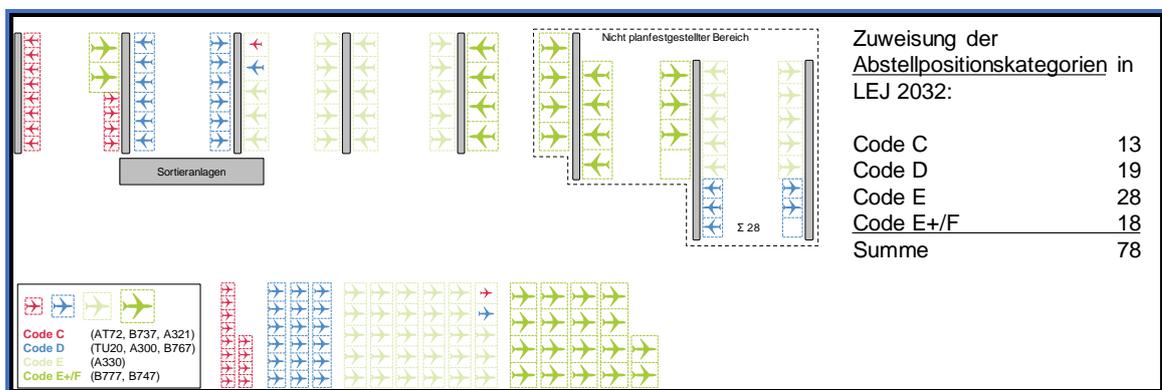


Abb. 4-7: Abstellungen auf dem erweiterten Vorfeld 4 im Planungsfall

Hinzu kommen noch 4 Abstellungen auf dem benachbarten Vorfeld 5 und 5 Abstellungen am Vorfeld 2, so dass im Planungsfall insgesamt 87 Flugzeuge im KEP-Verkehr gleichzeitig abzustellen sind (siehe Tab. 4-4).

Vorfeld 1	Vorfeld 2	Vorfeld 4	Vorfeld 5	Summe
Hier sind keine DHL Abstellungen vorgesehen.	Benötigte Abstellpositionen am Bemessungstag:			
	3 Code C	13 Code C	0 Code C	16 Code C
	0 Code D	19 Code D	0 Code D	19 Code D
	2 Code E	28 Code E	4 Code E	34 Code E
	0 Code E+/E	18 Code E+/E	0 Code E+/E	18 Code E+/E
	5 Summe	78 Summe	4 Summe	87 Summe

Tab. 4-4: Abstellungen (KEP-Verkehr) im Planungsfall am Bemessungstag auf **allen** relevanten Vorfeldern des Flughafens Leipzig/Halle

Die **Anzahl der Flugbewegungen** steigt im Planungsfall gegenüber 2018 von 44.949 um 41 % auf 63.370 Flugbewegungen (siehe Abb. 4-8), allerdings mit einem deutlich geänderten Flugzeugmix (siehe oben Abb. 4-4).

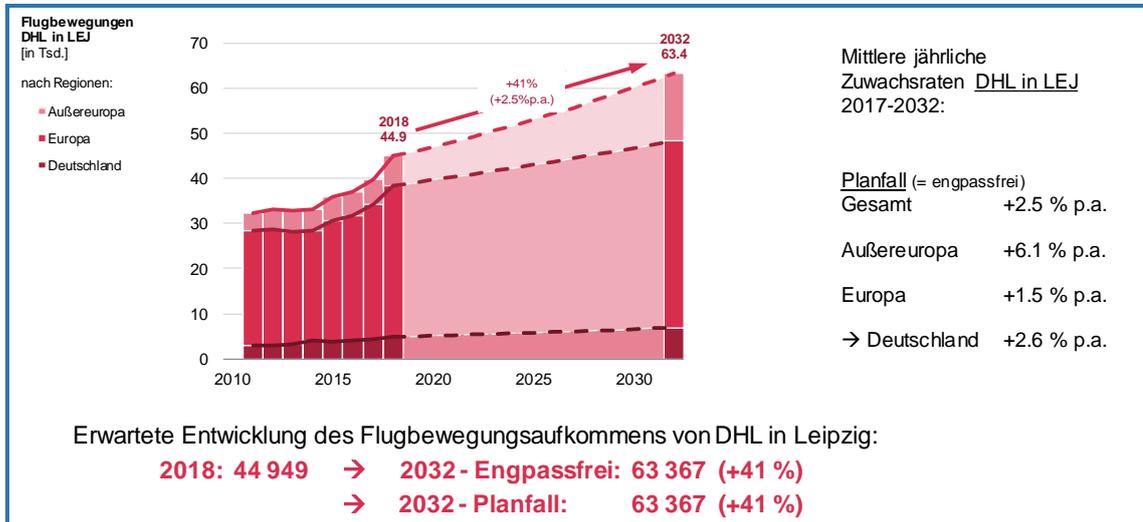


Abb. 4-8: Nachfragebasierte Entwicklungserwartung der Flottenstruktur im Planungsfall

Das Frachtaufkommen (KEP-Verkehr) steigt im Planungsfall von 1.161 Tausend t (2018) auf 2.453 Tsd. t (2032), was mehr als einer Verdoppelung entspricht (siehe Abb. 4-9).

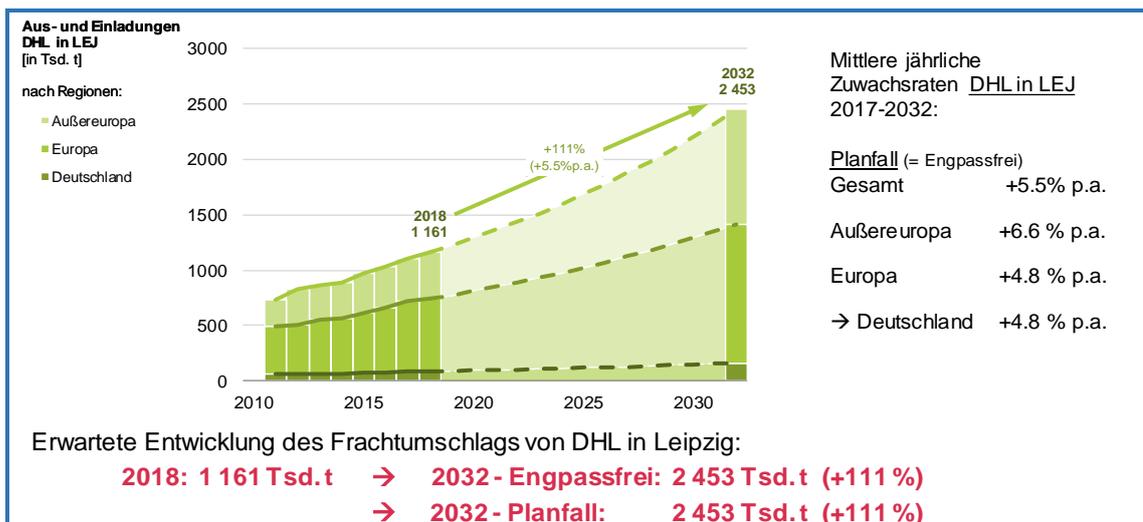


Abb. 4-9: Entwicklung des Frachturnschlags von DHL im Planungsfall

4.6 Maximal mögliche Abstellungen und Flugbewegungen im Prognosenullfall (ohne Erweiterung des Vorfeldes 4)

4.6.1 Spezifische Annahmen Prognosenullfall

Aufgrund der Tatsache, dass die geplante Vorfelderweiterung dem prognostizierten Bedarf gut entspricht (siehe oben Kap. 4.5), war zu erwarten, dass ohne Vorfelderweiterung, also im Prognosenullfall, ein erheblicher Teil des prognostizierten Verkehrs nicht realisiert werden kann.

Es wurde im Prognosenullfall aber nicht von der heutigen Situation bzw. den bestehenden Flächen ausgegangen, sondern es wurde eine **Ausnutzung** noch **vorhandener**, gerade noch geeigneter **Flächenreserven** und die Ausnutzung betrieblicher Möglichkeiten unterstellt.

Was Ersteres betrifft, wurde von ACP (Airport Consulting Partners) ein Flugzeug-Parkierungsplan erstellt, in dem die vorhandenen, die potenziellen einschließlich der genehmigten, aber noch nicht realisierter Abstellflächen gezeigt sind. Daraus geht für die einzelnen Vorfelder Folgendes hervor:

- (1) **Vorfeld 4 und 5** (nahe den Umschlageinrichtungen und damit für die in den Hub eingebundenen Flugzeuge) uneingeschränkt nutzbar
 - Am Vorfeld 4 stehen im Prognosejahr über die bereits heute bestehenden Flächen hinaus keine weiteren für die Abstellung von DHL-Flugzeugen zur Verfügung.
 - Am Vorfeld 5 stehen 4 Code E Positionen für DHL-Abstellungen zur Verfügung

- (2) **Vorfeld 2** (im Südwesten des Flughafens, für den Hub-Verkehr nur bedingt geeignet, nämlich mit zwischenzeitlichen Umschleppungen von nicht zeitkritischen Flügen von und zu Vorfeld 4 oder mit längeren Bodentransporten der Fracht von und zu den Umschlageinrichtungen mit Trolleys)
- Neben DHL nutzten auch noch weitere Betreiber das Vorfeld 2
 - Die **bestehenden** Vorfeldpositionen werden von DHL im gleichen Umfang wie im Analysejahr genutzt (folglich bleiben Positionen unverplant, welche von anderen Betreibern genutzt werden können)
 - Durch die genehmigte, aber noch nicht realisierte **Erweiterung des Vorfeldes 2** werden neue Positionen geschaffen, welche **exklusiv für DHL** zu Verfügung stehen.
 - Auf den **zusätzlichen** Positionen auf dem Vorfeld 2 werden ausschließlich DHL-Flugzeuge vorgesehen, deren **On-Block Zeit vor 00:30 Uhr** und **deren Off-Block Zeit nach 03:30 Uhr** liegt (außerhalb der Kernzeit). Damit ist genug Zeit vorhanden, die Ent- und Beladungen der knotengebundenen Flugzeuge an Ort und Stelle durchzuführen (Transport mit Bodenfahrzeugen); Umschleppungen sind nicht erforderlich.

- (3) **Vorfeld 1** (vor den Passagier-Anlagen, zwischen den beiden Start- und Landebahnen und damit weit weg vom Umschlagzentrum):
- Auf dem Vorfeld 1 stehen Abstellpositionen zu Verfügung, welche nachts aufgrund geringer Abstellungen im Passagierverkehr grundsätzlich von DHL genutzt werden können.
 - Für die Flugzeugpositionierung werden auf dem Vorfeld nur Flugzeuge vorgesehen, welche **spätestens eine Stunde vor** (23:30 Uhr) der Kernzeit ankommen und **frühestens eine Stunde nach (04:30 Uhr)** der Kernzeit die Parkposition wieder verlassen. Die ankommenden Flugzeuge werden in der Kernzeit auf Vorfeld 4 entladen und dann auf Vorfeld 1 geschleppt. Von dort werden sie wieder zum Beladen nach der Kernzeit zum Vorfeld 4 geschleppt.

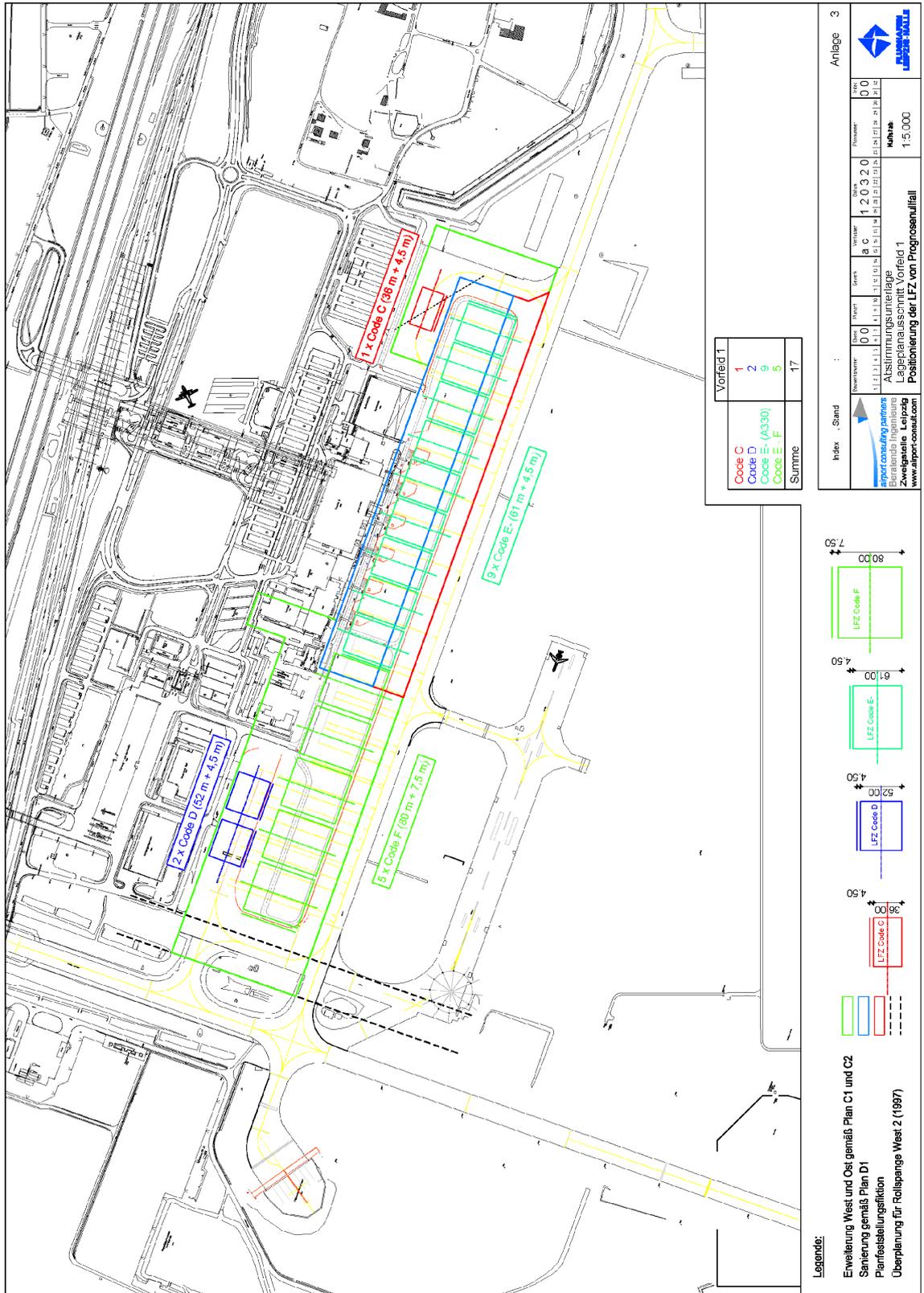


Abb. 4-12: Vorfelddpositionen auf Vorfeld 1

Zusätzlich wurde für die Berechnungen zum Prognosenullfall Folgendes angenommen:

- Die in dem von ACP (Airport Consulting Partners) erstellten Flugzeugpositionierungsplan (übermittelt am 9.12.2019) eingezeichneten Abstellpositionen **können beliebig in andere Standplatzkategorien umgewidmet werden**, solange die entsprechenden Flächen hierfür ausreichend sind.
- Für die Positionen auf dem **Vorfeld 5** wird die **gleiche Nutzbarkeit** angenommen **wie** für das **Vorfeld 4**. Folglich entfallen in der Prognose auch Umschleppungen zwischen den beiden Vorfeldern.
- **Umschleppungen**, welche im Analysejahr stattfinden, werden nach Möglichkeit in der Prognose **vermieden** sofern die zusätzlichen Positionen (auf dem Vorfeld 5) dies erlauben.
- Als **Kernzeit** wird die Zeit am Bemessungstag **zwischen 00:30 und 03:30 Uhr** bezeichnet. (Diese Definition wird benötigt bei der Auswahl des Verkehrs, der auf der Erweiterung des Vorfelds 2 bzw. auf dem Vorfeld 1 zu positionieren ist.)

4.6.2 Ergebnisse Prognosenullfall

Von den 87 benötigten und im Planungsfall nachfragegerecht realisierbaren gleichzeitigen Flugzeugabstellungen in der Bemessungsnacht lassen sich im Prognosenullfall unter den in Kap. 4.6.1 genannten Randbedingungen auf allen geeigneten Vorfelder nur 75 in dem in Abb. 4-13 gezeigten Flugzeugmix realisieren, davon 49 Abstellungen auf Vorfeld 4 und 4 auf Vorfeld 5.

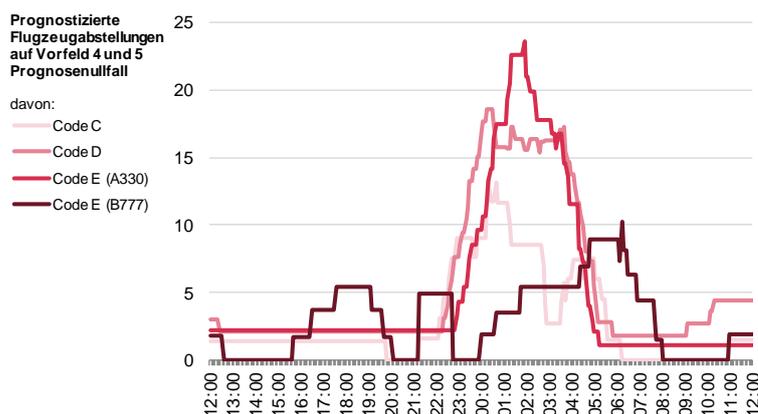


Abb. 4-13: Flugzeugabstellungen am Bemessungstag auf dem Vorfeld 4 & 5 im Prognosenullfall im zeitlichen Tagesverlauf nach Flugzeugkategorien

Die 75 Positionen verteilen sich wie folgt auf die Vorfelder:

- 14 Positionen auf dem Vorfeld 1
- 8 Positionen auf dem Vorfeld 2
- 49 Positionen auf dem Vorfeld 4
- 4 Positionen auf dem Vorfeld 5

Dies geht, differenziert nach Flugzeugkategorien aus der folgenden Tabelle 4-5 hervor.

Maximal realisierbare Abstellungen **Prognosenullfall** (Randbedingungen Kap. 4.6.1)

Vorfeld 1	Vorfeld 2	Vorfeld 4	Vorfeld 5	Summe
Realisierbare Abstellungen: 6 Code C 2 Code D 1 Code E 5 Code E+/F 14 Summe	Realisierbare Abstellungen: 1 Code C 3 Code D 2 Code E 2 Code E+/F 8 Summe	Realisierbare Abstellungen: 8 Code C 15 Code D 20 Code E 6 Code E+/F 49 Summe	Realisierbare Abstellungen: 0 Code C 0 Code D 4 Code E 0 Code E+/F 4 Summe	Realisierbare Abstellungen: 15 Code C 20 Code D 27 Code E 13 Code E+/F 75 Summe

Zum Vergleich: Nachfragegerechte Abstellungen gemäß **Planungsfall** (siehe Tab. 4-4)

Vorfeld 1	Vorfeld 2	Vorfeld 4	Vorfeld 5	Summe
Hier sind keine DHL Abstellungen vorgesehen.	Benötigte Abstellpositionen am Bemessungstag: 3 Code C 0 Code D 2 Code E 0 Code E+/F 5 Summe	Benötigte Abstellpositionen am Bemessungstag: 13 Code C 19 Code D 28 Code E 18 Code E+/F 78 Summe	Benötigte Abstellpositionen am Bemessungstag: 0 Code C 0 Code D 4 Code E 0 Code E+/F 4 Summe	Benötigte Abstellpositionen am Bemessungstag: 16 Code C 19 Code D 34 Code E 18 Code E+/F 87 Summe

Tab. 4-5: Übersicht über die im Planungsfall nachfragegerecht möglichen und im Prognose-nullfall maximal realisierbaren gleichzeitigen Flugzeugabstellungen

Folglich können die am Bemessungstag erforderlichen Abstellungen nicht alle positioniert werden. Es besteht ein **Nachfrageüberhang von 12 Abstellpositionen**, wobei unter Berücksichtigung des Flugzeuggrößenwachstums der Überhang hinsichtlich der benötigten Pierlänge für Abstellpositionen deutlich größer ist. Dieser Überhang kann am Standort Leipzig/Halle nicht realisiert werden und muss woanders stattfinden oder entfallen.

Weiter ist zu beachten, dass das Vorfeld 1 ausschließlich für Abstellungen von Flügen außerhalb des Nachsprungs geeignet ist und hierfür lange und aufwendige Umschleppungen erforderlich sind. Dies betrifft 14 Flugzeuge. Dieses Vorfeld wird heute schon in einzelnen Fällen für die

nicht zeitkritischen Abstellungen von Flugzeugen im KEP-Verkehr genutzt²⁰. Am Vorfeld 1 bestehen aber in jedem Falle ausreichende Kapazitäten, um die dort vorwiegend abgefertigten Passagierflugzeuge abzustellen²¹.

Die nicht zu bewältigenden Nachtabstellungen haben erhebliche **Auswirkungen auf das Flugbewegungsaufkommen**. Gegenüber dem Planungsfall, wo 31.200 Flugzeuge im KEP-Verkehr abgefertigt werden können, sind es im Prognosenufall nur 27.300 Flugzeuge (siehe Tab. 4-6).

	abgefertigte Flugzeuge in 1000		
	2018	2032	
		Planungsfall	Prognosenufall
Kontinentalverkehr	19,0	23,7	21,2
Interkontinentalverkehr	3,3	7,5	6,1
Summe	22,3	31,2	27,3

Tab. 4-6: Im KEP-Verkehr abzufertigende Flugzeuge im Planungsfall und im Prognosenufall (in 1000)

Neben dem insgesamt niedrigeren Verkehr im Prognosenufall gibt es auch Unterschiede bei der Flugzeugstruktur zwischen Prognosenufall und Planungsfall. Bei letzterem ist ein größerer Anteil großer Flugzeuge zu (siehe Abb. 4-14).

²⁰ 2018 gingen insgesamt 21 Flugbewegungen des KEP-Verkehrs von diesem Vorfeld aus bzw. dieses Vorfeld wurde nach der Landung von 16 Flugzeugen aufgesucht. Am Bemessungstag fanden 2018 keine Flugzeugabstellungen im KEP-Verkehr am Vorfeld 1 statt.

²¹ Gemäß Abb. 4-12 sind 17 Abstellpositionen vorhanden, davon 1 für Code C, 2 für Code D, 9 für Code E und 5 für Code F. Benötigt werden 6 für Code C, 2 für Code D, 1 für Code E und 5 für Code E+. Bei variabler Abstellung – größere Positionen (z.B. für Code E) sind auch für kleinere Flugzeuge (z.B. Code C) nutzbar und bei nebeneinanderliegenden Positionen können mehr Flugzeuge unter Einhaltung der vorgeschriebenen Mindestabstände abgestellt werden (z.B. 3 Code C Flugzeuge auf 2 benachbarten Code E Positionen). Insgesamt finden bei der durch den KEP-Verkehr im Prognosenufall ermittelten, realisierbaren Nutzung des Vorfeldes 1 noch 10 Passagierflugzeuge der im Passagierverkehr in Leipzig-Halle fast ausschließlich genutzten Kategorie C Platz. Derzeit werden nur wenige Passagierflugzeuge (im Mittel 1 bis 2) nachts abgestellt.

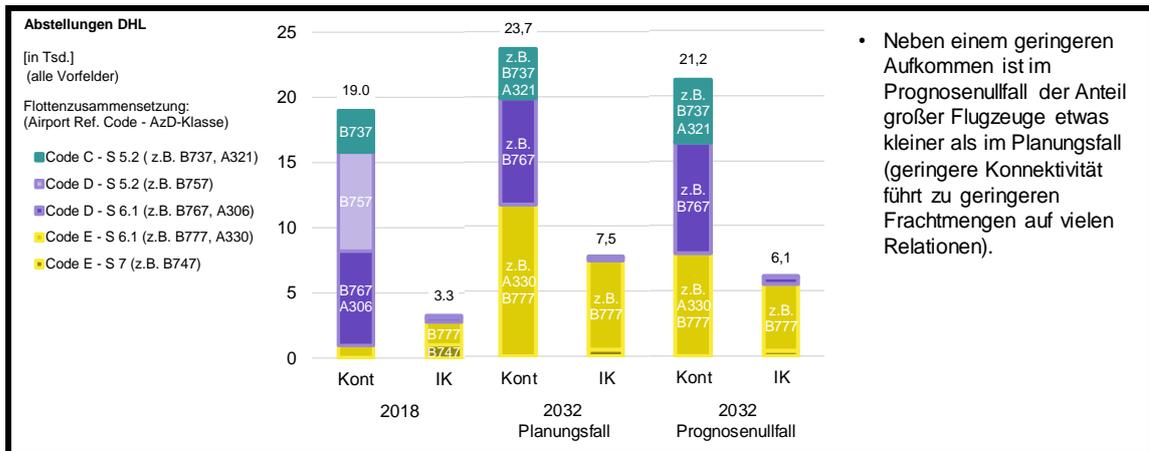


Abb. 4-14: Flottenstruktur im Prognosenullfall im Vergleich zum Planungsfall und zum Basisjahr

Im Prognosenullfall können 80 % des für den Planungsfall berechneten **Frachturnschlags** realisiert werden. Aufgrund des ausgeprägten marktgerechten **Flugzeuggrößenwachstums** steigt die Flugbewegungsanzahl gegenüber 2018 nur um 23 % gegenüber 41 % im Planungsfall (siehe Abb. 4-15).

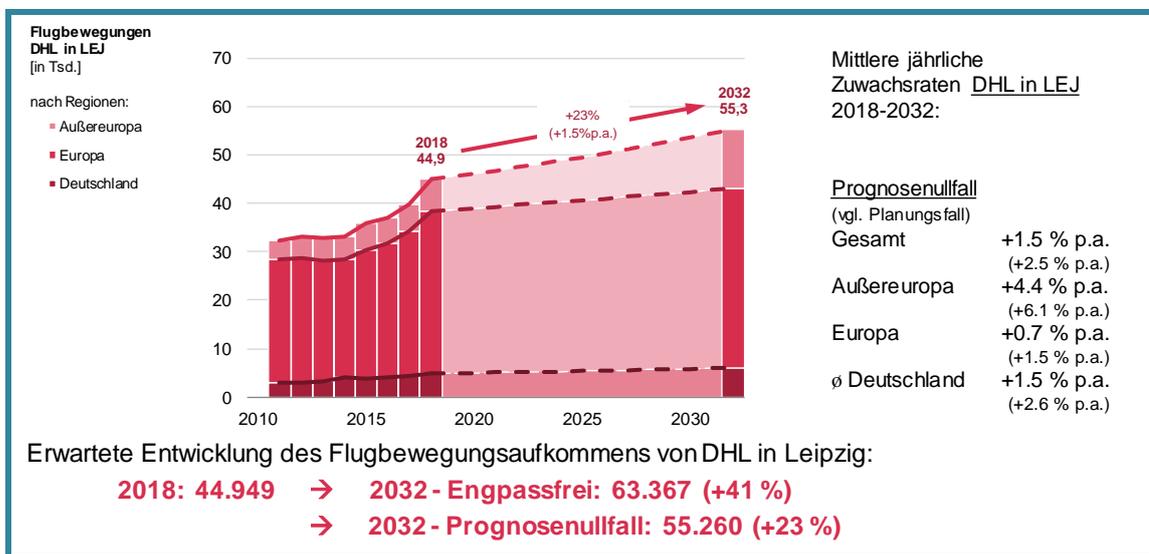


Abb. 4-15: Entwicklung der Flugbewegungen von DHL im Prognosenullfall

Gegenüber heute (2018) kann im Prognosenullfall aufgrund des Einsatzes größerer Flugzeuge bis 2032 mit einem Wachstum der **Frachtentwicklung** von 69 % gegenüber 2018 gerechnet werden (durchschnittliches Wachstum von 3,8 % p.a., siehe Abb. 4-16).

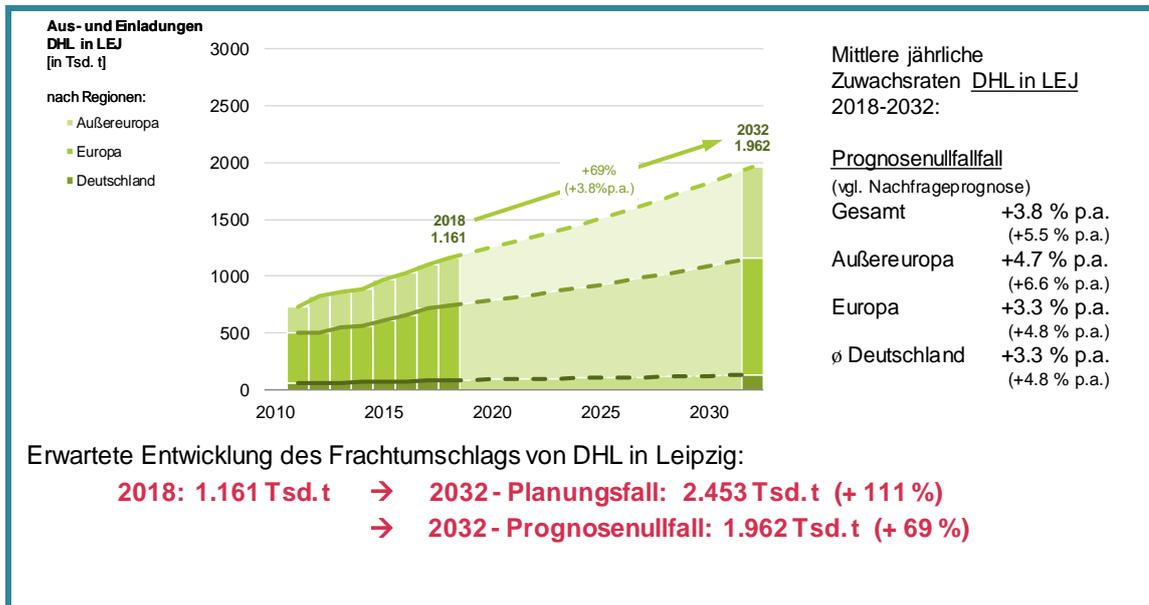


Abb. 4-16: Entwicklung des Frachturnschlags von DHL im Prognosenullfall

Durch die dargestellte Methodik lassen sich auch die angenommenen bzw. erforderlichen Flugzeug-Umschleppungen für den Bemessungstag quantifizieren. Die folgende Tab. 4-7 zeigt, dass im Prognosenullfall in der Bemessungsnacht 28 Umschleppungen erfolgen müssen, um die für diesen Fall prognostizierten Verkehrsmengen bewältigen zu können²². Rund 60 % der Umschleppungen betreffen Großraumflugzeuge.

Umschleppungen zwischen	Ist-Situation 2018	Planungsfall 2032	Prognosenullfall 2032
Vorfeld 5 und Vorfeld 4	4	0	0
Vorfeld 2 und Vorfeld 4	2	0	0
Vorfeld 1 und Vorfeld 4	0	0	28
Gesamtzahl	6	0	28

Tab. 4-7: Flugzeug-Umschleppungen am Bemessungstag

²² Es kann davon ausgegangen werden, dass künftig zwischen den benachbarten Vorfeldern 4 und 5 und auch zwischen den Vorfeldern 2 und 4 keine Flugzeug-Umschleppungen erforderlich sind, weil hier der Frachttransport von/zum Umschlagzentrum aufgrund der geringen Entfernungen mit Trolleys erfolgen kann. Einzelne Umschleppungen aus betrieblichen Gründen, z.B. Flugzeug-Tausch, Wartungsereignis, Überführungsflug, sind jedoch weiterhin zu erwarten.

4.7 Zusammenfassung der verkehrlichen Wirkung der Vorfelderweiterung

Zusammenfassend kann für die Prognose des KEP-Verkehrs festgestellt werden:

- Für den Fall, dass das Vorfeld 4 nicht wie geplant erweitert wird, muss basierend auf der Prognose für das Jahr 2032 Verkehr abgewiesen werden.
- **Planungsfall** (mit Erweiterung)
 - Für den Fall, dass das Vorfeld 4 erweitert wird, kann das gesamte prognostizierte Frachturnschlagwachstum realisiert werden.
- **Prognosenullfall** (ohne Erweiterung)
 - Ohne Erweiterung kann nur 80 % der prognostizierten Nachfrage realisiert werden. Zusätzlich ist in diesem Fall von betrieblichen Nachteilen auszugehen (zahlreiche, z.T. aufwendige Umschleppungen sind erforderlich).

In Tab. 4-8 sind die wichtigsten verkehrlichen Kennziffern zur nachfragegerechten Vorfelderweiterung gegenüber dem durch Engpässe geprägten Prognosenullfall zusammenfassend dargestellt.

	Planungsfall	Prognosenullfall	Differenz
	(=Nachfrage)	(ohne Vorfelderweiterung)	(ohne Vorfelderweiterung abzuweisender Verkehr)
gleichzeitige Flugzeugabstellungen in der Bemessungsnacht (maximal)	87	75	12
Flugbewegungen KEP-Verkehr	63.367	55.260	8.107
umgeschlagene Tonnen KEP-Verkehr (1000)	2.453	1.962	491

Tab. 4-8: Übersicht über die verkehrlichen Wirkungen der Vorfelderweiterung

5 NACHFRAGEPROGNOSE FÜR DIE ÜBRIGEN VERKEHRSEGMENTE

Da für die Fluglärmrechnungen der gesamte Flugverkehr zu betrachten ist, wurde auch für die übrigen Verkehrssegmente, nämlich Personenverkehr, übriger Luftfrachtverkehr und sonstiger Flugverkehr eine Prognose für 2032 durchgeführt.

Da diese Segmente durch die Vorfelderweiterung voraussichtlich nicht betroffen sind, weil sie auf anderen Flächen des Flughafens abgewickelt werden, wird hier keine Differenz zwischen Planungsfall (mit Vorfelderweiterung) und Prognosenullfall berücksichtigt.

Schwerpunkt bei der Prognose der übrigen Verkehrsarten ist der Passagierverkehr (Kapitel 5.2). Zum übrigen, nicht für das Vorfeld 4 relevante Luftfrachtaufkommen sowie zur sonstigen Luftfahrt werden nur einige sachgerechte Annahmen zur Verkehrsentwicklung getroffen.

5.1 Allgemeine Vorgehensweise

Es wurden zwei hauptsächliche Arbeitsschritte durchgeführt, wie schematisch in Abb. 5-1 gezeigt ist:

- (1) die eigentliche **Nachfrageprognose** (links in der Abb. 5-1)
- (2) die darauf aufbauende **Flugbewegungsprognose**, aus welcher die detaillierte Struktur nach Verkehrsarten, Flugzeugmustern und Zeitbereichen abgeleitet wurde (rechts in der Abb. 5-1)

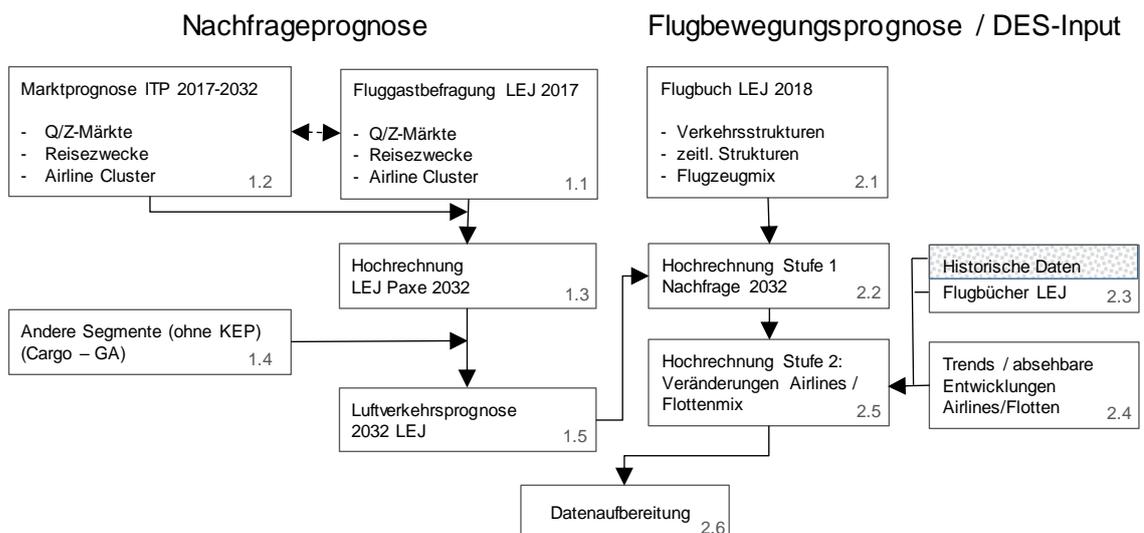


Abb. 5-1: Grundlegender Untersuchungsansatz andere Verkehrsarten als KEP

Zu (1) Luftverkehrsprognose:

Hier wurde die **aktuelle Fluggastbefragung 2017** des Flughafens Leipzig/Halle (Box 1.1 in Abb. 5-1) auf das Prognosejahr 2032 anhand aktualisierter Marktprognosen unseres Hauses²³, segmentspezifisch nach

- Quelle-Zielmärkten (z.B. Nordeuropa, Iberische Halbinsel - die Marktprognosen liegen auf der Basis differenzierter Regressionsanalysen für ca. 25 Teilmärkte deutschlandweit vor und werden ständig in unserem Hause fortgeschrieben)
- Reisezwecken (Geschäft, Privat)
- Airline Cluster (Linie, Low-Cost, Leisure)

hochgerechnet. Dies ist wesentlich abgesicherter, als Zuwachsraten vorhandener Prognosen, z.B. Airbus, ACI, nur pauschal zu berücksichtigen, weil sich die Segmente unterschiedlich entwickeln und in Leipzig/Halle anders "besetzt" sind als bei anderen Flughäfen (z.B. überproportionaler Touristikverkehr sowie Messeverkehr).

Bei den andern Nachfragesegmenten, Cargo-Verkehr und General Aviation (GA), wurden zusätzlich von Zeitreihenanalysen die konkreten Planungen von Fluggesellschaften am Flughafen Leipzig/Halle berücksichtigt (Box 1.4) und damit eine abgestimmte Luftverkehrsprognose erzeugt (Box 1.5).

Zu (2) Flugbewegungsprognosen / DES-Input:

Der zweite Strang des eingesetzten Verfahrens ist wie oben beim KEP-Verkehr (siehe 4) die **Hochrechnung des kompletten Flugbuchs für das Basisjahr 2018**. Die Flugbucheintragungen des Gesamtjahres, also alle Flüge mit Abflug-/Ankunftszeit, Flugzeugtyp, Flugnummer, Herkunft/Destination, Anzahl Passagier (Box 2.1) wurden anhand der Prognose (Box 1.5) je Verkehrssegment aus Verkehrsart, Quelle-/ Zielregion und AirlineCluster segmentspezifisch hochgerechnet.

23 z.B.: Intraplan Consult GmbH: Aktualisierung der Datengrundlagen zum landseitigen Verkehr am Standort Flughafen Frankfurt Main, im Auftrag der Fraport AG, 2018

Intraplan Consult GmbH und ARC: Planfeststellungsverfahren Flughafen Köln/Bonn - Verkehrsprognose für den Flughafen Köln/Bonn für das Jahr 2030, im Auftrag der Flughafen Köln/Bonn GmbH, 2016

Intraplan Consult GmbH: Luftverkehrsprognose STR 2030-'35 --'40, im Auftrag der Flughafen Stuttgart GmbH, zur Zeit in Arbeit

Intraplan Consult GmbH, BVU Beratergruppe Verkehr + Umwelt: Verkehrsverflechtungsprognose 2030 Los 3: Erstellung der Prognose der deutschlandweiten Verkehrsverflechtungen unter Berücksichtigung des Luftverkehrs, im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2014

Dies erfolgte in zwei Stufen:

- a) **Basishochrechnung:** Marktentwicklung, durch aus der Nachfrageprognose abgeleitete Zuwachsfaktoren je Segment (Box 2.2)
- b) Änderung des Flugzeugmix aufgrund Flottenentwicklung (abgeleitet aus Trends und Planungen bei den Airlines – Box 2.4) und Flugbelegungsprüfung (Trends aus historischen Daten (Box 2.3) durch **Hochrechnung Stufe 2** (Box 2.5).

Aus den hochgerechneten Daten wurden dann die angeforderten Datenaggregate (Starten/Landen je Flugzeugkategorie, Tag/Abend/Nacht und Flugrouten für die sechs verkehrsreichsten Monate als Input für die lärmphysikalischen Berechnungen (DES) abgeleitet (Box 2.6).

Die Vorteile dieser Methodik der Flugbuchhochrechnung sind folgende:

- Da die zeitliche Hochrechnung des Verkehrs stark abhängig von der Verkehrsart, dem Marktsegment und dem Airline Cluster ist, können hier **Struktureffekte** berücksichtigt werden: die zeitliche Verteilung über das Jahr kann sich ändern (z.B. geringerer oder stärkerer Anteil der sechs verkehrsstärksten Monate am Jahresverkehr), der Nachtverkehrsanteil kann sich ändern, usw.
- Dasselbe gilt für den **Flugzeugmix**, der sich nicht einheitlich über alle Märkte und Verkehrsarten ändert, sondern sich sehr unterschiedlich entwickeln kann.

5.2 Prognose des Passagierverkehrs in Leipzig/Halle

5.2.1 Historische Entwicklung Passagierverkehr

Im Passagierverkehr in Leipzig/Halle (siehe Abb. 5-2) wurde seit Mitte/Ende der Neunziger Jahre nur ein geringes Wachstum realisiert. **Seit 2016** gibt es allerdings ein **signifikantes Wachstum der Passagierzahlen** (2017: +7,8 %; 2018 + 8,7 %).

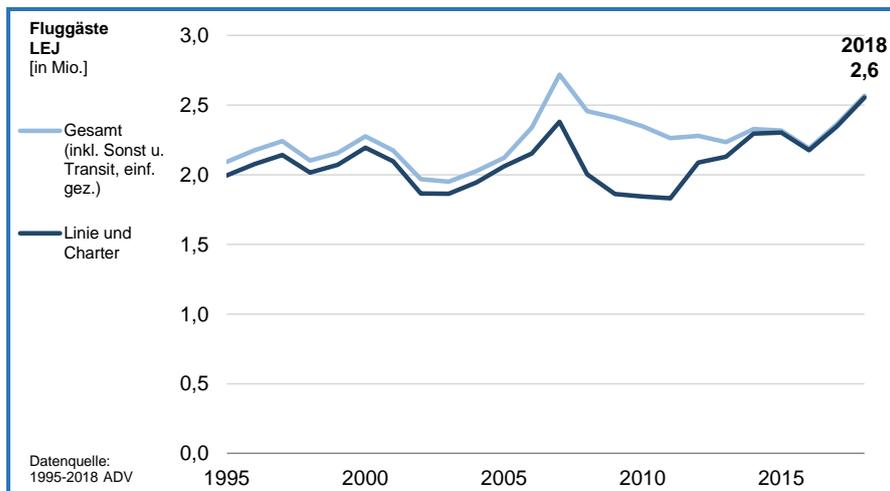


Abb. 5-2: Entwicklung der Passagierzahlen in Leipzig/Halle seit 1995

5.2.2 Marktprognose/Marktmodell Passagierprognose

Methodische Basis für die Prognose des Passagierverkehrs in Leipzig/Halle ist die **Marktprognose 2032**. Diese basiert auf einem abgesicherten Verkehrsmodell, das in den jeweiligen Ständen für einige wichtige deutsche Flughäfen eingesetzt wurde.²⁴

Das Prinzip des Modells bzw. der Marktprognose besteht aus fünf methodischen Schritten:

- (1) Analyse der Verkehrsentwicklung 1995 bis 2015 zwischen Deutschland und weltweiten Quell-/Zielregionen als **abhängige** Variable.
- (2) Analyse der Wirtschaftsentwicklung sowie Preisentwicklung 1995 bis 2015 nach Quell-/Zielregionen, sowie Berücksichtigung zusätzlicher Treiber für Verkehrsstromverlagerungen als **unabhängige** Variable.
- (3) Aufstellen von linearen **Regressionsfunktionen** je Teilmarkt mit (1) als abhängige und (2) als unabhängige Variable.
- (4) **Annahmen** zur künftigen Wirtschafts- und Preisentwicklung, ersteres differenziert nach Quell-/Zielgebieten (feinräumig), letzteres pauschal, sowie Einschätzung der künftigen

²⁴ z.B.: Intraplan Consult GmbH: Luftverkehrsprognose für den Flughafen Frankfurt Main, im Auftrag der Fraport AG, 23. Oktober 2014

Intraplan Consult GmbH und ARC: Planfeststellungsverfahren Flughafen Köln/Bonn - Verkehrsprognose für den Flughafen Köln/Bonn für das Jahr 2030, im Auftrag der Flughafen Köln/Bonn GmbH, 2016

Intraplan Consult GmbH: Verkehrsprognose Flughafen Stuttgart, im Auftrag der Flughafen Stuttgart GmbH, Dezember 2015; Luftverkehrsprognose Stuttgart 2030--'35 --'40, im Auftrag der Flughafen Stuttgart GmbH, zur Zeit in Arbeit

Angebotsentwicklung in Nahost/Türkei, sowie bei der Bahn im innerdeutschen Passagierverkehr.

- (5) **Berechnung** der Verkehrsaufkommen 2032 durch Anwendung der Regressionsfunktionen aus (3) und Einsetzen der Annahmen aus (4).

Die vom statistischen Bundesamt (StatBA) erfassten Verkehrsströme für Passagiere²⁵ dokumentieren das tatsächlich je Quell- und Zielland beförderte Passagieraufkommen. Hierbei steht die **Passagierverkehrsentwicklung** je Quelle-Ziel-Relation in direktem Zusammenhang mit der **Wirtschaftsentwicklung** in den jeweiligen Regionen. Zusätzlich spielt die **Ticketpreisentwicklung** eine wichtige Rolle, die als regional differenzierte Erlösentwicklungen aller im Verband Europäischer Fluggesellschaften (Association of European Airlines, AEA) organisierten Luftverkehrsgesellschaften vorliegt²⁶.

Neben der Ticketpreisentwicklung wurden als weitere relevante Einflussgrößen strukturelle Veränderungsprozesse identifiziert, welche die Verkehrsentwicklung in einzelnen Teilmärkten prägen: Der innerdeutsche Luftverkehr befindet sich unter anderem infolge **gezielter Angebotsentwicklungen der Bahn** in einer zunehmenden **Konkurrenzsituation mit dem Schienenpersonenfernverkehr**. Weiterhin verlagern sich Passagierströme Richtung Asien/Fernost aufgrund von strategischen Angebotsentwicklungen von Airlines und Hub-Strukturen im **Nahen Osten und der Türkei**.

Als konsistente Datengrundlage zur Analyse der **weltweiten Wirtschaftsentwicklung** wurden länderspezifische Werte des Bruttoinlandsproduktes (BIP) der Weltbank und andere Quellen (siehe oben, Kap. 2 zur Cargo-Marktprognose) verwendet. Sie sind als Kaufkraftparitäten mit konstanten Wechselkursen auf Basis des US-Dollar als Vergleichswährung angegeben und somit bezüglich Inflationseffekten und Wechselkursschwankungen bereinigt. Die Daten wurden anhand der jährlichen Wachstumsraten mit anderen Datenquellen (OECD und Eurostat) abgeglichen und verifiziert.

Um zusätzlich den **Einfluss der Ticketpreise** auf die Luftverkehrsentwicklung zu erfassen, wurde die Entwicklung der durchschnittlichen Erlöse (Yield, YIE) pro verkauften Passagierkilometer aller im Verband europäischer Fluggesellschaften (Association of European Airlines, AEA) organisierter Luftverkehrsgesellschaften analysiert. Die Erlöse lagen zum Analysezeitpunkt inflations-

²⁵ Statistisches Bundesamt, Fachserie 8, Reihe 6, jährlich: Ein- und Aussteiger nach Streckenziel/ Streckenherkunft von / nach Deutschland

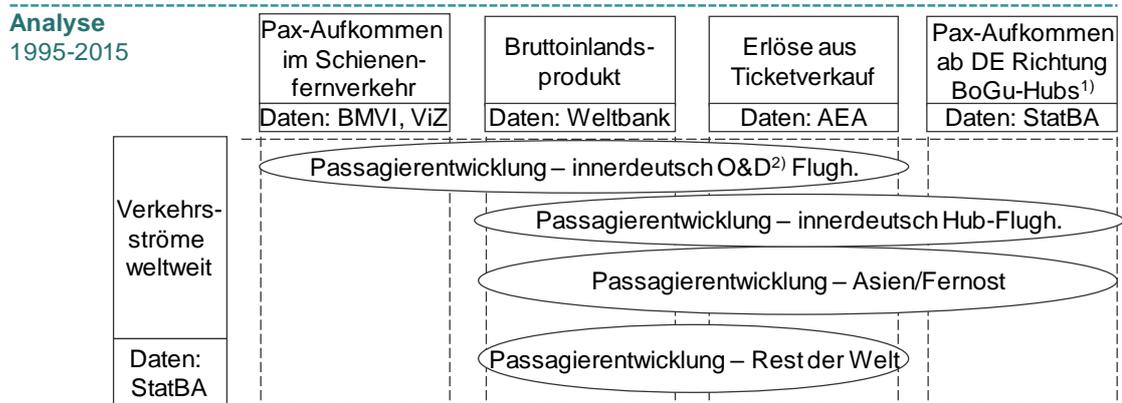
²⁶ AEA (Association of European Airlines), Summary of Traffic and Airline Results, S.T.A.R., jährlich, fortgeschrieben auf Basis der regional differenziert ausgewiesenen Umsatzentwicklung im Geschäftsbericht der Deutschen Lufthansa 2015

und wechsellkursbereinigt (Basis 2011) für die verschiedenen Luftverkehrsmärkte weltweit vor. Sie wurden auf Basis der regional differenziert ausgewiesenen Umsatzentwicklung im Geschäftsbericht ausgewählter Airlines bis zu dem für die Passagierprognose berücksichtigten Basisjahr 2017 fortgeschrieben.

Aus Flughafensicht wirken sich zudem Passagierstromverlagerungen sowohl national infolge von Angeboten des **Schienepersonenfernverkehrs** als auch international insbesondere infolge von Drehkreuzen im Nahen Osten und in der Türkei spürbar auf die Entwicklung des Passagieraufkommens in Deutschland aus. So zeigt sich im Schienenpersonenfernverkehr (SPFV) ein wachsendes Angebot, zunehmende Akzeptanz und weiterhin starkes Konkurrenzpotenzial in Bezug auf den innerdeutschen Flugverkehr. Während das Verkehrsaufkommen zwischen Deutschland und den Drehkreuzflughäfen Dubai, Abu Dhabi und Doha im **Nahen Osten** in Verbindung mit Umsteigemöglichkeiten Richtung Asien/Fernost seit über zehn Jahren kontinuierlich starke Zunahmen verzeichnet, zeigt sich an den stark zunehmenden Passagierzahlen von Deutschland nach Istanbul die offensive Angebotspolitik von **Turkish Airlines** an ihrem Drehkreuzflughafen.

Die Vorgehensweise bei der Datenanalyse ist zusammenfassend in Abb. 5-3 gezeigt.

Um die Korrelation der Passagierverkehrsentwicklung zwischen einer Quell- und einer Zielregion als abhängiger Variable mit der Wirtschaftsentwicklung in Quell- und Zielregion sowie weiteren Einflussgrößen (Ticketpreisentwicklung und Treiber für Passagierstromverlagerungen) auf der jeweiligen Relation als unabhängige Variablen quantitativ zu beschreiben und dabei die Spezifika der jeweiligen Märkte differenziert zu analysieren, wurden die Regressionsfunktionen nicht insgesamt, sondern **je Teilmarkt** (Kombination einer Quell- mit einer Zielregion) aufgestellt (siehe Tab. 5-1).



- 1) BoGu: Bosphorus and Gulf-Airlines – zusammenfassende Abkürzung für die aufstrebenden Fluggesellschaften aus den geografischen Regionen Bosphorus (Turkish Airlines) und dem Golf von Arabien (Emirates, Etihad, Qatar Airways)
- 2) O&D Flugh = Quell- und Ziel-Flughafen

Abb. 5-3: Analyse der Passagierströme im Stützzeitraum seit 1995

EIN- UND AUSSTEIGER DEUTSCHLAND (1995-2015)

Quell- / Zielregion	unabhängige Variablen		Airline Yield-Entwicklung Passenger Yields - Real x3	Passagierstrom- verlagerungen x4	Regressions- koeffizienten				Kon- stante b	Analyse- Daten Zeitraum von-bis
	regionale Wirtschaftsentwicklung				a1	a2	a3	a4		
	BIP Region 1 x1	BIP Region 2 x2								
Deutschland Hub	BIP Deutschland	BIP Deutschland		PAX DE <-> BoGu Hubs	0.9238	0.9238	0.0000	-0.3968	-0.4760	1995-2015
Deutschland O&D	BIP Deutschland	BIP Deutschland	YIE Domestic	SPFV PKM (Subst durch Bahn)	0.4614	0.4614	-0.2441	-0.6084	0.9841	1995-2015
Nordeuropa	BIP Deutschland	BIP Nordeuropa	YIE Cross-border Europe		0.6285	0.6285	-0.2734	0.0000	0.0000	1995-2015
Irland	BIP Deutschland	BIP Irland	YIE Cross-border Europe		0.8751	0.3664	-0.2871	0.0000	0.0000	1995-2015
Vereinigtes Königreich Großbritannien	BIP Deutschland	BIP Vereinigtes Königreich Großbritannien	YIE Cross-border Europe		0.5507	0.5507	-0.1235	0.0000	0.0000	1995-2015
BENELUX	BIP Deutschland	BIP BENELUX	YIE Cross-border Europe		0.5578	0.5578	-0.2060	0.0000	0.0000	2002-2015
Frankreich	BIP Deutschland	BIP Frankreich	YIE Cross-border Europe		0.6075	0.6075	-0.1547	0.0000	0.0000	1995-2015
Österreich	BIP Deutschland	BIP Österreich	YIE Cross-border Europe		0.6735	0.6735	-0.3121	0.0000	0.0000	1995-2015
Schweiz (Confoederatio Helvetica)	BIP Deutschland	BIP Schweiz (Confoederatio Helvetica)	YIE Cross-border Europe	PAX DE <-> BoGu Hubs	0.6979	0.6979	-0.2692	-0.1174	0.0000	1995-2015
Iberische Halbinsel	BIP Deutschland	BIP Iberische Halbinsel	YIE Cross-border Europe		0.3031	0.3031	-0.1448	0.0000	0.4749	1995-2015
Italien (mit Malta)	BIP Deutschland	BIP Italien (mit Malta)	YIE Cross-border Europe		0.6606	0.6606	-0.3304	0.0000	0.0000	1995-2015
Südosteuropa	BIP Deutschland		YIE Cross-border Europe		1.0931	0.0000	-0.1661	0.0000	0.0000	1995-2015
Türkei	BIP Deutschland	BIP Türkei		PAX DE <-> BoGu Hubs	0.2796	0.2796	0.0000	0.4075	0.0000	1995-2015
Baltikum	BIP Deutschland	BIP Baltikum	YIE Cross-border Europe		0.5893	0.5893	-0.2959	0.0000	0.0000	1995-2015
Russische Föd. (EU)	BIP Deutschland	BIP Russische Föd. (EU)	YIE Cross-border Europe		0.6483	0.6483	-0.2385	0.0000	0.0000	1995-2015
restl. GUS-Europa	BIP Deutschland	BIP restl. GUS-Europa	YIE Cross-border Europe		0.6355	0.6355	-0.2624	0.0000	0.0000	1995-2015
Polen	BIP Deutschland	BIP Polen	YIE Cross-border Europe		0.6448	0.6448	-0.2965	0.0000	0.0000	1995-2015
Tschechische Republik und Slowakei	BIP Deutschland	BIP Tschechische Republik und Slowakei			1.2222	1.2222	0.0000	0.0000	-1.2661	1995-2015
Ungarn	BIP Deutschland	BIP Ungarn	YIE Cross-border Europe		0.6532	0.6532	-0.2113	0.0000	0.0000	1995-2015
Bulgarien und Rumänien	BIP Deutschland	BIP Bulgarien und Rumänien	YIE Cross-border Europe		0.5774	0.5774	-0.2483	0.0000	0.0000	1995-2015
Nordamerika	BIP Deutschland	BIP Nordamerika	YIE North Atlantic		0.6303	0.6303	-0.2664	0.0000	0.0000	1995-2015
Mittelamerika	BIP Deutschland	BIP Mittelamerika	YIE Mid Atlantic		1.2295	1.2295	-0.1839	0.0000	-1.3275	2007-2015
Südamerika	BIP Deutschland	BIP Südamerika			0.7893	0.7893	0.0000	0.0000	-0.5969	1995-2015
Nordafrika	BIP Deutschland	BIP Nordafrika			0.4199	0.4199	0.0000	0.0000	0.2228	1995-2015
Zentralafrika	BIP Deutschland	BIP Zentralafrika			0.5337	0.5337	0.0000	0.0000	0.0492	1995-2015
Südafrika	BIP Deutschland	BIP Südafrika	YIE Europe-Sub Saharan Africa	PAX DE <-> BoGu Hubs	0.9344	2.0012	-0.0354	-0.7398	-1.1635	1995-2015
Golfstaaten	BIP Deutschland	BIP Golfstaaten	YIE Europe-Middle East	PAX DE <-> BoGu Hubs	0.1880	0.1880	-0.2270	0.8128	0.0000	1995-2015
Nahost Mittelmeeranrainer	BIP Deutschland	BIP Nahost Mittelmeeranrainer			0.7307	0.7307	0.0000	0.0000	-0.5251	1995-2015
China (mit Hong Kong)	BIP Deutschland	BIP China (mit Hong Kong)	YIE Europe-Far East Australasia	PAX DE <-> BoGu Hubs	0.9439	0.9439	-0.3238	-0.5224	0.0000	1995-2015
GUS-Asien und Fernost Rest	BIP Deutschland	BIP GUS-Asien und Fernost Rest		PAX DE <-> BoGu Hubs	0.8259	0.8259	0.0000	-0.1894	-0.4906	1995-2015
Indien	BIP Deutschland	BIP Indien	YIE Europe-Far East Australasia	PAX DE <-> BoGu Hubs	1.0885	1.0885	-0.3548	-0.7015	0.0000	1995-2015
Südostasien und Australien / Pazifik	BIP Deutschland	BIP Südostasien und Australien / Pazifik		PAX DE <-> BoGu Hubs	1.9206	1.9206	0.0000	-1.6757	-1.0517	1995-2015

Tab. 5-1: Regressionsfunktionen der Ein- und Aussteiger von und nach Deutschland im Zeitraum 1995 bis 2015

Zum **Nachweis der Modellgüte** wurde dem Bestimmtheitsmaß für jede unabhängige Variable auch die Modellgüte über den F-Test und den Signifikanzwert (p-Wert) nachgewiesen. Somit kann auch der Erklärungsgehalt in Form der relativen Einflussstärke der einzelnen Variablen dargestellt werden (siehe Tab. 5-2).

Nachweis der Modellgüte

Regressionsmodell für Quell- / Zielregion	Bestimmtheitsmaß		Signifikanzniveau der Regr.-koeffizienten (p-Wert)				Plausibilitätsprüfung relative Einflussstärke der Variablen			
	r ²	F-Test	a1	a2	a3	a4	■ BIP DE	■ BIP QZ	■ YIE	■ Pax-Strom
Deutschland Hub	0.72	OK	> 0.99	> 0.99	-	> 0.99				
Deutschland O&D	0.75	OK	0.91	0.91	0.84	0.86				
Nordeuropa	0.98	OK	> 0.99	> 0.99	> 0.99	-				
Irland	0.89	OK	0.97	0.75	> 0.99	-				
Vereinigtes Königreich Großbritannien	0.95	OK	> 0.99	> 0.99	> 0.99	-				
BENELUX	0.81	OK	> 0.99	> 0.99	> 0.99	-				
Frankreich	0.93	OK	> 0.99	> 0.99	> 0.99	-				
Österreich	0.99	OK	> 0.99	> 0.99	> 0.99	-				
Schweiz (Confoederatio Helvetica)	0.97	OK	> 0.99	> 0.99	> 0.99	0.65				
Iberische Halbinsel	0.90	OK	0.97	0.97	> 0.99	-				
Italien (mit Malta)	0.97	OK	> 0.99	> 0.99	> 0.99	-				
Südosteuropa	0.84	OK	> 0.99	-	> 0.99	-				
Türkei	0.92	OK	> 0.99	> 0.99	-	> 0.99				
Baltikum	0.93	OK	> 0.99	> 0.99	> 0.99	-				
Russische Föd. (EU)	0.94	OK	> 0.99	> 0.99	> 0.99	-				
restl. GUS-Europa	0.87	OK	> 0.99	> 0.99	> 0.99	-				
Polen	0.94	OK	> 0.99	> 0.99	> 0.99	-				
Tschechische Republik und Slowakei	0.80	OK	> 0.99	> 0.99	-	-				
Ungarn	0.88	OK	> 0.99	> 0.99	> 0.99	-				
Bulgarien und Rumänien	0.97	OK	> 0.99	> 0.99	> 0.99	-				
Nordamerika	0.88	OK	> 0.99	> 0.99	> 0.99	-				
Mittelamerika	0.81	OK	> 0.99	> 0.99	0.63	-				
Südamerika	0.79	OK	> 0.99	> 0.99	-	-				
Nordafrika	0.47	OK	> 0.99	> 0.99	-	-				
Zentralafrika	0.74	OK	> 0.99	> 0.99	-	-				
Südafrika	0.97	OK	0.91	> 0.99	0.21	> 0.99				
Golfstaaten	1.00	OK	> 0.99	> 0.99	> 0.99	> 0.99				
Nahost Mittelmeerrainer	0.92	OK	> 0.99	> 0.99	-	-				
China (mit Hong Kong)	0.95	OK	> 0.99	> 0.99	> 0.99	> 0.99				
GUS-Asien und Fernost Rest	0.89	OK	> 0.99	> 0.99	-	0.91				
Indien	0.80	OK	> 0.99	> 0.99	> 0.99	0.96				
Südostasien und Australien / Pazifik	0.80	OK	> 0.99	> 0.99	-	> 0.99				

Tab. 5-2: Kenngrößen zum Nachweis der Modellgüte

Als übergeordnete Kennzahl lässt sich die Qualität der linearen Approximation durch das Bestimmtheitsmaß r^2 ausdrücken (Wertebereich 0...1). Ist $r^2 = 1$, dann kennzeichnet dies einen perfekten linearen Zusammenhang der Regressionsvariablen. Das in Tab. 5-2 für jede Regression je Teilmarkt ausgewiesene Bestimmtheitsmaß zeigt, dass bei nahezu allen wichtigen Luftverkehrsmärkten ein $r^2 > 0,9$ erreicht wird. Nur die Teilmärkte Mittel- und Südamerika sowie Nordafrika weisen aufgrund ihrer besonderen strukturellen Gegebenheiten und einer Vielzahl zusätzlicher, hier nicht im Modell erfasster Einflussgrößen geringere Bestimmtheitsmaße auf.

Das Signifikanzniveau der gewählten Regressionskoeffizienten erreicht in den meisten Fällen Werte über 0,99 und belegt somit auch rein statistisch eine sehr hohe Modellgüte.

Abb. 5-4 zeigt die Gegenüberstellung der tatsächlichen Passagierverkehrsentwicklung in Deutschland mit einer auf Basis der Regressionsergebnisse hergeleiteten Passagieraufkommensentwicklung zur Veranschaulichung der Qualität der linearen Approximation. Hierbei wird die gute Übereinstimmung von Regressionsergebnis und Statistik offensichtlich.

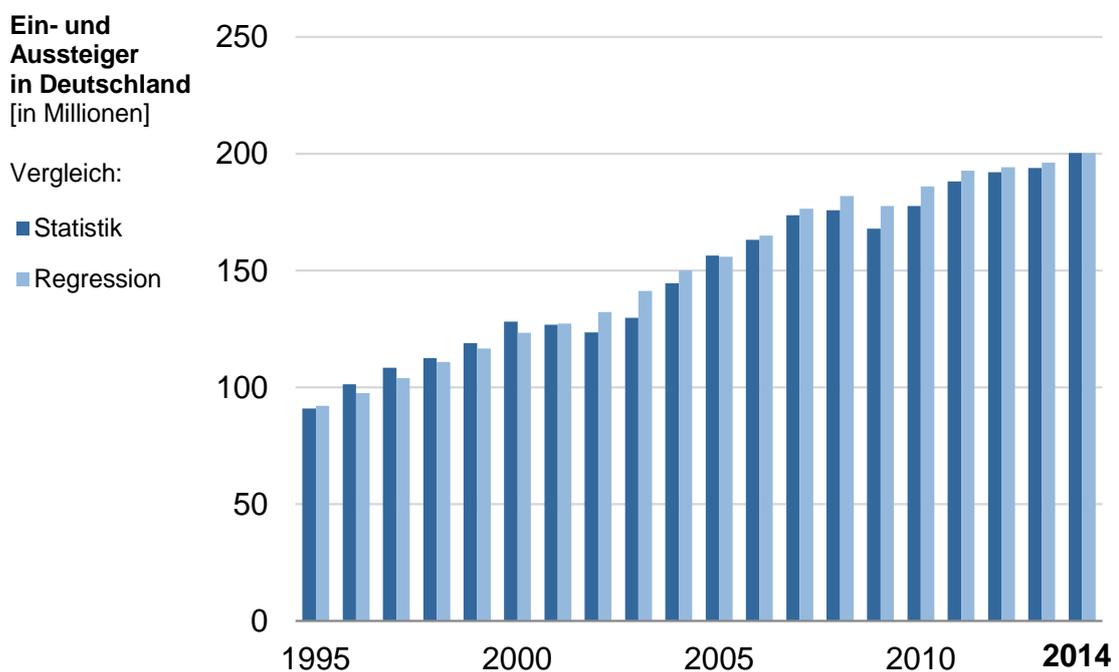


Abb. 5-4: Gegenüberstellung der tatsächlichen Passagierverkehrsentwicklung Deutschlands mit einer auf Basis der Regressionsergebnissen hergeleiteten Passagieraufkommensentwicklung zur Veranschaulichung der Qualität der linearen Approximation

Die ermittelten Regressionsfunktionen für die Teilmärkte werden nun eingerechnet, indem für die jeweiligen "Prognosetreiber" (statistisch: unabhängige Variable) entsprechende aus wirtschaftlichen Studien abgeleiteten Annahmen eingesetzt wurden (siehe Abb. 5-5).

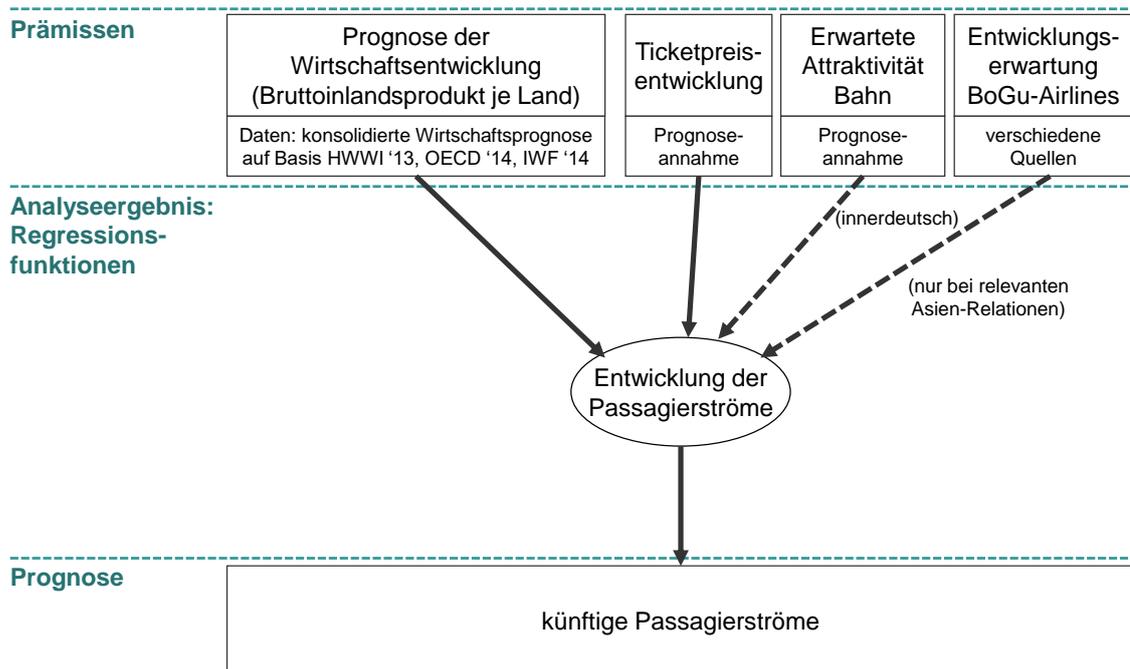


Abb. 5-5: Anwendung des Modells zur Marktprognose des Passagierverkehrs

Die auf aggregiertem Niveau (Verkehrsströme von/nach Deutschland) vorliegenden Ergebnisse wurden in feinkörnige **Quelle-Ziel-Matrizen** (Deutschland: Kreise, Ausland: Regionen) überführt. Dabei wurden die auf der Basis der Fluggastbefragung und weiterer Quellen²⁷ vorhandener Quelle-Ziel-Matrizen für das Analysejahr hochgerechnet. Die regionale Varianz ergibt sich dabei

- a) aus der unterschiedlichen Quelle-Ziel-Struktur der Flugreisen je Region (Basis deutschlandweite ADV-Fluggastbefragung)
- b) aus der Varianz des Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstums je Region.

Aus der feinkörnigen Quelle-Ziel-Matrix Analyse wird damit eine Quelle-Ziel-Matrix Prognose erstellt.

²⁷ Intraplan Consult GmbH, BVU Beratergruppe Verkehr + Umwelt: Verkehrsverflechtungsprognose 2030 Los 3: Erstellung der Prognose der deutschlandweiten Verkehrsverflechtungen unter Berücksichtigung des Luftverkehrs, im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2014

5.2.3 Einsatz der Marktprognose für die vorliegende Prognose

Der Einsatz der Marktprognose für die vorliegende Fluggastprognose für den Flughafen Leipzig/Halle ist in Abb. 5-6 gezeigt.

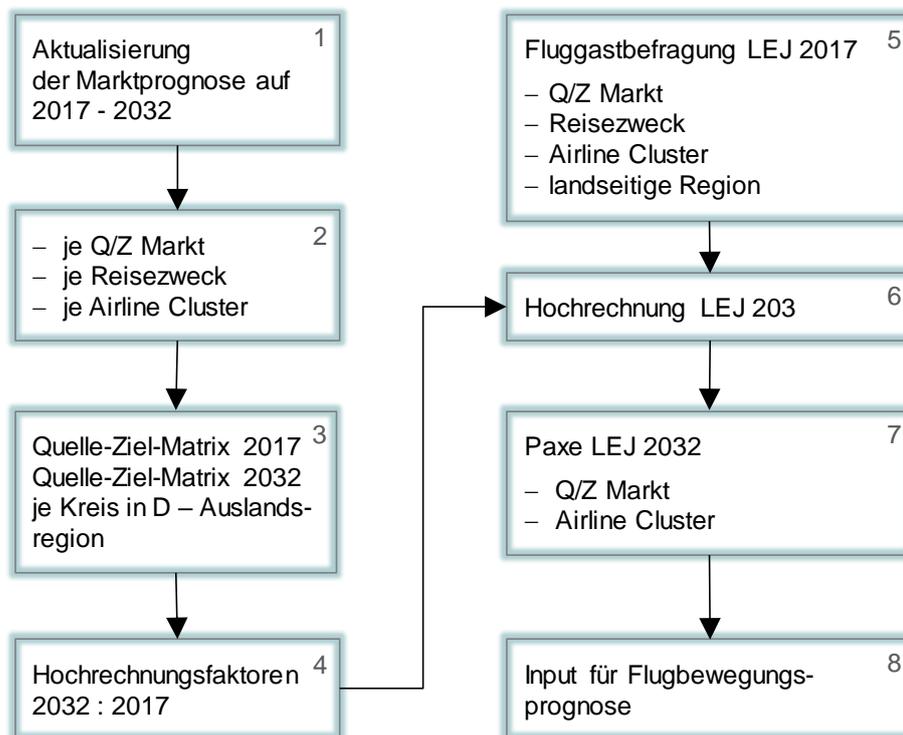


Abb. 5-6: Einsatz der Marktprognose für die Passagierprognose LEJ 2032

Demnach wurde die Marktprognose auf den Zeitraum 2017 – 2032 aktualisiert (Box 1 in Abb. 5-6), und zwar

- je Quell-/Zielmarkt
- je Reisezweck
- je Airline Cluster (Box 2),

so dass eine Quelle-Ziel-Matrix 2017 in der Differenzierung nach Kreisen in Deutschland und Auslandsregionen²⁸ vorlag (Box 3).

Daraus wurden Hochrechnungsfaktoren 2032 zu: 2017 abgeleitet (Box 4), und zwar in der Gliederung, die auch in der **aktuellen Fluggastbefragung 2017 für den Flughafen Leipzig/Halle** (Box 5) verfügbar ist:

- Quelle-Ziel-Matrix
- landseitige Region
- Reisezweck
- Airline Cluster.

Differenziert nach diesen Segmenten erfolgte die Hochrechnung der Fluggastbefragung 2017 auf 2032 anhand der aktualisierten Marktprognose (Box 6), woraus sich wiederum Aggregate bilden ließen (Box 7), die für die Flugbewegungsprognose (Flugbuchhochrechnung, siehe Kap.5.1) geeignet sind (Box 8).

Ausgangshypothese bei dieser Vorgehensweise ist, dass sich die **Flughafenwahl** zwischen den benachbarten Flughafenstandorten nicht wesentlich ändert. Angesichts der relativ solitären Lage des Flughafens Leipzig/Halle, der auch keine überregionale Umsteigefunktion erfüllt, ist diese Annahme sachgerecht.

5.2.4 Prognoseprämissen

Konsistent zu den Annahmen bei der Prognose der Luftfracht (siehe Kapitel 2) wurden bei der **Wirtschaftsentwicklung** 2018 bis 2032, dem wichtigsten Prognosetreiber, in Anlehnung an OECD²⁹ und PwC³⁰ regionale Zuwachsraten für das Bruttoinlandsprodukt (BIP) angenommen:

- in Deutschland: 1,3 % p.a.
- im übrigen Europa: 1,9 % p.a.
- Welt: 3,5 % p.a.

²⁸ Vgl. Gebietseinteilung gemäß Bundesverkehrswegeplanung; Intraplan Consult GmbH, BVU Beratergruppe Verkehr + Umwelt: Verkehrsverflechtungsprognose 2030 Los 3: Erstellung der Prognose der deutschlandweiten Verkehrsverflechtungen unter Berücksichtigung des Luftverkehrs, im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2014

²⁹ OECD Economic Outlook 103, 2018

³⁰ PwC, The World in 2050 – Will the shift in global economic power continue?, London 2017

Diese Daten liegen in der Ausgangsquelle nach Staaten, ggf. Staatengruppen differenziert vor; sie wurden auf der Basis differenzierter regionaler Daten zur Vergangenheitsentwicklung feinkräumig aufbereitet.

Bei der **Bevölkerungsentwicklung** 2018 bis 2032 wurde auf Basis der 13. Koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung (KBV) des Statistischen Bundesamtes für Deutschland eine nahezu konstante Bevölkerung angenommen (2018: 83,0 Mio. und 2032: 82,9 Mio. Einwohner).

Hinsichtlich der **Luftverkehrspreise** 2018 bis 2032 wurden real, also inflationsbereinigt, konstante Preise angenommen. Zwar wurden weitere Kostensenkungen durch Produktivitäts- und Treibstoffeffizienzsteigerungen erwartet, aber es ist bei einem zum Teil ruinösen Wettbewerb von einer Marktkonsolidierung auszugehen. Außerdem ist davon auszugehen, dass das **Emissionshandelssystem ETS** aus klimapolitischen Gründen tendenziell zu einer Erhöhung der Treibstoffkosten führt.

Das Schengen-Abkommen gilt unverändert und auch andere **regulatorische Rahmenbedingungen** wie Flugverbote, Kerosinbesteuerung, usw. wurden nicht unterstellt. Abgesehen vom BREXIT wurde bei EU-Mitgliedschaft ein Status Quo angenommen. Grundsätzliche Änderungen bei den internationalen Luftverkehrsabkommen wurden nicht berücksichtigt.

Standortspezifisch für Leipzig/Halle wurde angenommen, dass es keine Änderungen der Betriebszeiten und keine grundsätzlichen Änderungen bei den nach Lärm und Tag/Nacht gestaffelten Start- und Lande-Entgelten gibt. Engpässe wurden nicht angenommen.

5.2.5 Ergebnisse Passagierverkehr

Mit der gezeigten Methodik ergibt sich für den Flughafen Leipzig/Halle ein luftseitiges Aufkommen von 4,0 Mio. Passagieren im Jahr 2032. Dies entspricht einem durchschnittlich jährlichen Wachstum von 3,2 % gegenüber 2018.

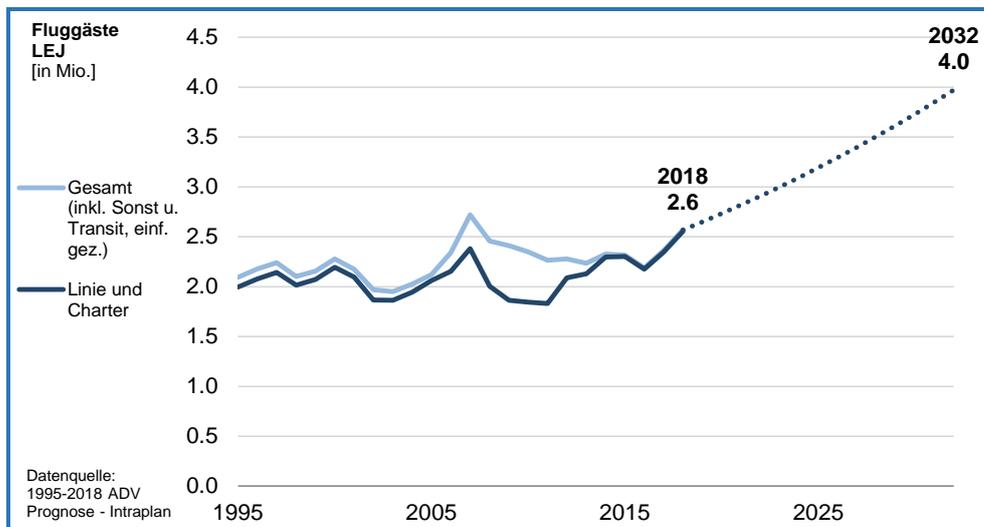


Abb. 5-7: Historische Entwicklung der Fluggastzahlen³¹ und marktbasierter Prognoseerwartung

In Tab. 5-3 ist die Entwicklung nach luftseitigen Teilmärkten (hier Herkunft/Endziel) gezeigt.

Reiseherkunft/-ziel nach Endziel (inkl. Transit)	2018		2032		2032:2018	
	Fluggäste [in Mio.]	Aufk.-Anteil [%]	Fluggäste [in Mio.]	Aufk.-Anteil [%]	WT [%]	WT p.a. [%]
Deutschland	0,47	18,2%	0,55	13,9%	18%	1,2%
Europa	1,62	62,8%	2,26	57,0%	40%	2,4%
Außereuropa	0,49	19,0%	1,16	29,3%	138%	6,4%
Gesamt	2,57		3,98		55%	3,2%
Deutschland	0,47	18,2%	0,55	13,9%	18%	1,2%
Nordamerika	0,01	0,5%	0,01	0,3%	10%	0,7%
Westeuropa	0,26	10,0%	0,36	9,1%	40%	2,4%
Südeuropa	0,69	27,0%	0,86	21,6%	24%	1,5%
Südosteuropa	0,49	19,0%	0,79	20,0%	63%	3,5%
Osteuropa	0,16	6,4%	0,23	5,9%	43%	2,6%
Nordamerika	0,02	0,9%	0,05	1,2%	111%	5,5%
Mittelamerika	0,01	0,4%	0,02	0,6%	156%	6,9%
Südamerika	0,01	0,4%	0,02	0,5%	129%	6,1%
Nordafrika	0,33	12,7%	0,73	18,4%	124%	5,9%
Zentralafrika	0,00	0,2%	0,01	0,3%	140%	6,5%
Südafrika	0,02	0,8%	0,08	1,9%	257%	9,5%
Nahost	0,03	1,1%	0,08	2,1%	183%	7,7%
Fernost	0,06	2,5%	0,16	4,2%	161%	7,1%
Australien/ Ozeanien	0,00	0,1%	0,00	0,1%	189%	7,9%
Gesamt	2,57		3,97		54%	3,2%

Datenquellen: Aufkommen 2018 - Flugbuch LEJ 2018, Struktur 2018 - Fluggastbefragung LEJ 2017, Prognose - Intraplan Consult GmbH 2019

Tab. 5-3: Passagieraufkommen Leipzig/Halle 2032 nach luftseitigen Regionen (Herkunft - Endziel)

³¹ bis 2014 erkennbar: Aufkommen Trooping Charter

Das Gros des Aufkommens wird auch künftig auf das europäische Ausland entfallen (Anteil am Passagieraufkommen ca. 63 %). Der innerdeutsche Verkehr steigt von 0,5 auf 0,6 Mio. Passagiere (ohne Zubringerverkehr, der vor allem Frankfurt Main und München betrifft). Der Außereuropaverkehr wächst von 0,5 auf 1,2 Mio. Passagiere, vor allem nach Nordafrika.

Das landseitige Aufkommensgebiet von Leipzig/Halle bezieht sich zu knapp die Hälfte auf das Land Sachsen. Aus Sachsen-Anhalt kommen 29 %, aus Thüringen 11 bis 12 %. Die anderen Regionen spielen eine relativ kleine Rolle (siehe Tab. 5-4).

Einzugsgebiet nach Bundesländern (nur Lokalaufkommen)	2018		2032		2032:2018	
	Fluggäste [in Mio.]	Aufk.-Anteil [%]	Fluggäste [in Mio.]	Aufk.-Anteil [%]	WT [%]	WT p.a. [%]
Sachsen	1,26	49,0%	1,93	48,4%	53%	3,1%
Sachsen-Anhalt	0,75	29,3%	1,15	28,7%	52%	3,0%
Thüringen	0,29	11,4%	0,48	12,0%	62%	3,5%
Brandenburg	0,07	2,9%	0,12	3,1%	63%	3,5%
übrige	0,15	0,1%	0,26	6,5%	68%	3,8%
Gesamt	2,57		3,98		55%	3,2%

Datenquellen: Aufkommen 2018 - Flugbuch LEJ 2018, Struktur 2018 - Fluggastbefragung LEJ 2017, Prognose - Intraplan Consult GmbH 2019

Tab. 5-4: Passagieraufkommen Leipzig/Halle 2032 nach landseitigen Aufkommensgebieten (Bundesländer)

5.2.6 Passagierflugbewegungen

Wie bei der Ermittlung der Flugbewegungen im Cargo-Verkehr (siehe oben Kap. 3) ist zentraler Baustein der Flugbewegungsprognose die **Flugbuchhochrechnung**, bei der gleichzeitig in einem konsistenten Verfahren die Grundlagen für die nach

- Flugzeugbewegungen,
- Zeitbereichen (6 Monate, Tag/Abend/Nacht)
- Starten/Landen und Abflug-/Landestrecken

differenzierten Prognosedaten erzeugt werden. Und zwar wird der gesamte je einzelne Flugbewegung des Jahres 2018 differenzierte Datensatz mit den Merkmalen

- geplante/tatsächliche Abflug- und Ankunftszeit (Datum/Uhrzeit)
- Airline/Flugnummer
- Verkehrsart

- Flugzeugtyp
- Herkunft/Destination des Fluges
- Anzahl Passagiere

hochgerechnet, so dass ein "fiktives Flugbuch" für das Prognosejahr 2032 vorliegt (siehe oben in Abb. 5-1).

Noch nicht berücksichtigt bei dieser Hochrechnung sind Änderungen bei den Flotten der Airlines und des aufkommensabhängigen Flugzeug-Einsatzes. So ist ein proportionales Wachstum der Flugbewegungen zu den Passagierzahlen nicht zu erwarten, sondern die Airlines versuchen, die **Flugbelegungen** durch entsprechenden **Flugzeugeinsatz** und ggf. **Änderung der Flugzeugflotten** zu optimieren. Dies wird in Hochrechnungsstufe 2 ("Flugzeugtausch") simuliert, wobei bekannte Planungen der Airlines und Entwicklungen anhand Vergangenheitsanalysen berücksichtigt wurden. Wichtig ist dabei, dass dieser "Flugzeugtausch" nicht je einzelne Bewegung, sondern für ganze Flugserien (Flugnummern, Flugketten) über das Jahr erfolgt, weil dies auch in der Praxis so erfolgt und Auslastungen nicht je Einzelereignis optimiert werden können.

Durch diesen Hochrechnungsschritt werden die Flugbewegungszahlen gegenüber Hochrechnungsschritt 1 im Rahmen der realistischen Möglichkeiten reduziert. Dabei ergeben sich zum Teil andere Flugzeugkategorien bzw. Lärmklassen nach der AzD.

Die Anzahl der **Flugbewegungen im Passagierverkehr** steigt nach diesen Berechnungen von derzeit unter 23 Tausend auf rund 30 Tsd. Flugbewegungen. Die Anzahl der Passagiere/Flug (Flugbelegung) steigt von 113 auf 132; das heißt ein Großteil des Wachstums wird über größere Flugzeuge bewältigt (siehe Tab. 5-5).

Flugbewegungen Passagierflug					
vorhandene Prog. und aktuelle Erwartung		Fluggäste	Flugbew.	Flugbelegung	
Jahr	Referenz	(P in Mio.)	(FB in Tsd.)	(Pax/FB)	
2018	ITP 2019	Analyse	2,57	22,71	113
	Zuwachs ggü. 2006:	+0,79% p,a,		-1,31% p,a,	
2032	ITP 2019	Prognose	3,97	29,82	133
	Zuwachs ggü. 2018:	+3,15% p,a,		+1,96% p,a,	

Tab. 5-5: Übersicht Prognose des Passagierverkehrs (Fluggäste, Flugbewegungen, Flugbelegung)

5.3 Übriger Flugverkehr und Flugzeugmix

Beim nicht der DHL zuzuordnenden **Cargo-Verkehr** gibt es konkrete Anmeldungen zweier Airlines, die hier gesondert berücksichtigt und in den Datensatz, und zwar gleichermaßen für den Prognosenullfall wie für den Planungsfall, aufgenommen wurden:

- 20 Flugbewegungen wöchentlich mit Standardflugzeugen (B737) im Europaverkehr (davon 50 % nachts)
- 100 Flugbewegungen wöchentlich mit Großraumflugzeugen (B747, B777) im Interkontinentalverkehr (davon 40 % nachts)

Die Abstellungen dieser Flugzeuge erfolgt auf dem in Norden des Flughafens gelegenen bestehenden bzw. bedarfsgerecht ausgebauten Vorfeld 3, haben also mit der geplanten Vorfelderweiterung am Vorfeld 4 nichts zu tun. Die Flugbewegungen sind aber zur korrekten Abbildung des Gesamtverkehrs zu berücksichtigen.

Beim **sonstigen Verkehr** (einschl. der Versorgungsflüge der Bundeswehr) wurde daher im Wesentlichen das Aufkommen und die Struktur des Basisjahres 2018 auch für 2032 angenommen. Jedoch wurde die am Flughafen geplante Produktion der Flugzeuge der Baureihe DO 328 durch eine begrenzte Anzahl von Flugbewegungen für diesen Typ berücksichtigt (Luftfahrzeugklasse P 2.1, Annahme: 100 Flugbewegungen in den verkehrsstärksten 6 Monate).

Abgesehen von den genannten spezifischen Annahmen wurden bei den verbleibenden Flugbewegungen wie im Passagierverkehr absehbare Änderungen bei der Flugzeugstruktur berücksichtigt und bei der Flugbuchhochrechnung berücksichtigt. So ist z.B. davon auszugehen, dass bestimmte Flugzeugmuster aufgrund ihres Alters ausgeflottet bzw. durch neuere Muster ersetzt werden.

Der **Flugzeugmix** für den Passagier- und sonstigen Verkehr (d.h. ohne DHL) ändert sich, wie in Abb. 5-8 gezeigt. Demnach nimmt vor allem der Verkehr mit Standard-Flugzeugen (S 5.2, vor allem Airbus A319 – 321, Boeing 737, sowie Embraer 190/195/Airbus A220) zu. Zu beachten sind auch die vorerwähnten zusätzlich geplanten Flüge zweier Frachtfluggesellschaften.

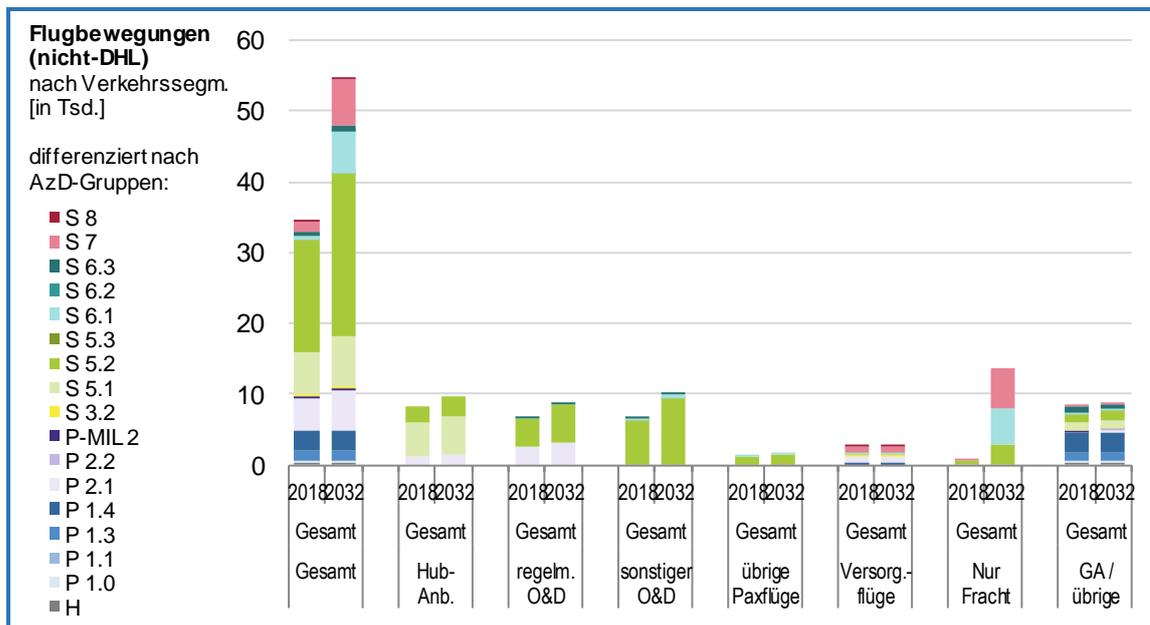


Abb. 5-8: Verkehrsstrukturen des übrigen nicht-DHL-Verkehrs³² nach AzD-Gruppen 2018 und nachfragebasiert abgeleitete Entwicklungserwartung für 2032 je Verkehrssegment³³

³² für Versorgungsflüge und GA/übrige Flugbewegungen wurde der Status Quo fortgeschrieben, sofern diese nicht mit den Entwicklungen des Passagier- und Frachtflugverkehrs zusammenhängen (z.B. Überführungsflüge, etc.)

³³ Hier unterschieden: „Hub-Anb.“ = Linienflüge Passagierverkehr; „regelm. O&D“ = regelmäßige (mindestens 5/Woche) Linienflüge Passagierverkehr Punkt-Punkt; „sonstiger O&D“ = Passagierverkehr Linienflüge (mindestens 1/Woche) Punkt-Punkt; „übrige Paxflüge“ = saisonal verkehrende Passagierflüge (weniger als 1/Woche); „Versorg.-flüge“ = militärische Versorgungsflüge; „Nur Fracht“ = reine Frachtflüge; „GA/übrige“ = General Aviation und sonstige Flugbewegungen

6 GESAMTERGEBNISSE (FLUGBEWEGUNGEN)

Die Flugbewegungszahlen steigen im **Prognosenullfall** (ohne Vorfelderweiterung) insgesamt von 79,2 Tsd. im Jahr 2018 auf 109,9 Tsd. im Jahr 2032 (siehe Tab. 6-1), also um 38,8 %. Im **Planungsfall** kommen noch einmal **8,1 Tsd. Flugbewegungen** hinzu, die erst durch die Vorfelderweiterung ermöglicht werden. Die übrigen Verkehrssegmente (sonst. Frachtverkehr, Passagierverkehr, sonstiger Verkehr) bleiben von der Vorfelderweiterung unberührt.

Flugbewegungen 2018 nach Flugart	2018 Analyse	2032	
		Prognose- nullfall	Planungsfall
Passagierflug	22.713	29.816	29.816
Nur Fracht	45.795	69.018	77.125
- davon KEP	44.950	55.260	63.367
Versorgungsflüge ¹⁾	2.453	2.453	2.453
sonstiges	8.257	8.599	8.599
Gesamt	79.218	109.886	117.993
Gesamt ohne KEP	34.268	54.626	54.626

1) Versorgungsflüge der Bundeswehr in die Gebiete mit Truppenstationierungen (z.B. Mali, Afghanistan)

Tab. 6-1: Zusammenfassung der in der Prognose erwarteten Flugbewegungszahlen aller Segmente (Jahreswerte)

Gravierender sind aber die Auswirkungen auf den **Flugzeugmix**. Hier ergeben sich Änderungen

- zwischen dem **Istzustand 2018** und dem **Prognosejahr 2032** (vor allem KEP-Verkehr, z.T. auch im Passagierverkehr)
- zwischen **Prognosenullfall** und **Planungsfall** (nur KEP--Verkehr)

vor allem hinsichtlich des verstärkten Einsatzes großer Flugzeuge (siehe unten Tab. 6-2).

Die Flugbewegungsprognose wurde nun für die lärmphysikalischen Untersuchungen bzw. das hierzu zu erstellende **Datenerfassungssystem DES** detailliert aufbereitet und zwar

- Flugbewegungen für die sechs verkehrsreichsten Monate
- differenziert nach Tag (6:00 – 21:59) und Nacht, letztere aufgeteilt nach erster Nachthälfte (22:00 – 1:59) und zweite Nachthälfte (2:00 – 5:59)
- differenziert nach von der Bauart abhängigen Fluglärmklassen nach der Anleitung zur Berechnung von Fluglärm (AzB)

- differenziert nach Starts und Landungen

Als zusätzliche Differenzierung wurde für die in einem separaten Gutachten erfolgte Aufstellung des DES noch nach Verkehrsregionen unterschieden, um eine Zuordnung nach Flugrouten zu erleichtern bzw. um hier Konsistenz zu den Nachfrageprognosen zu garantieren. Als weitere Differenzierung wurden die im Anhang gezeigten Tabellen intern noch nach Verkehrsarten (KEP-Verkehr, übriger Frachtverkehr, Passagierverkehr, sonstiger Verkehr) unterschieden, um eine Zuordnung der Flugbewegungen auf Flughafenbereiche zu erleichtern, was für die Bodenlärmberechnungen von Bedeutung ist.

Diese Berechnungen waren aufgrund der Tatsache, dass ein wesentlicher Bestandteil der Prognosemethode die Flugplanhochrechnung eines ganzen Jahres darstellt, abgesichert und konsistent zu sämtlichen Berechnungen möglich.

Darunter ist auch die Erfassung der für die Lärmberechnungen maßgeblichen **sechs verkehrsstärksten Monate** (siehe Abb. 6-1).

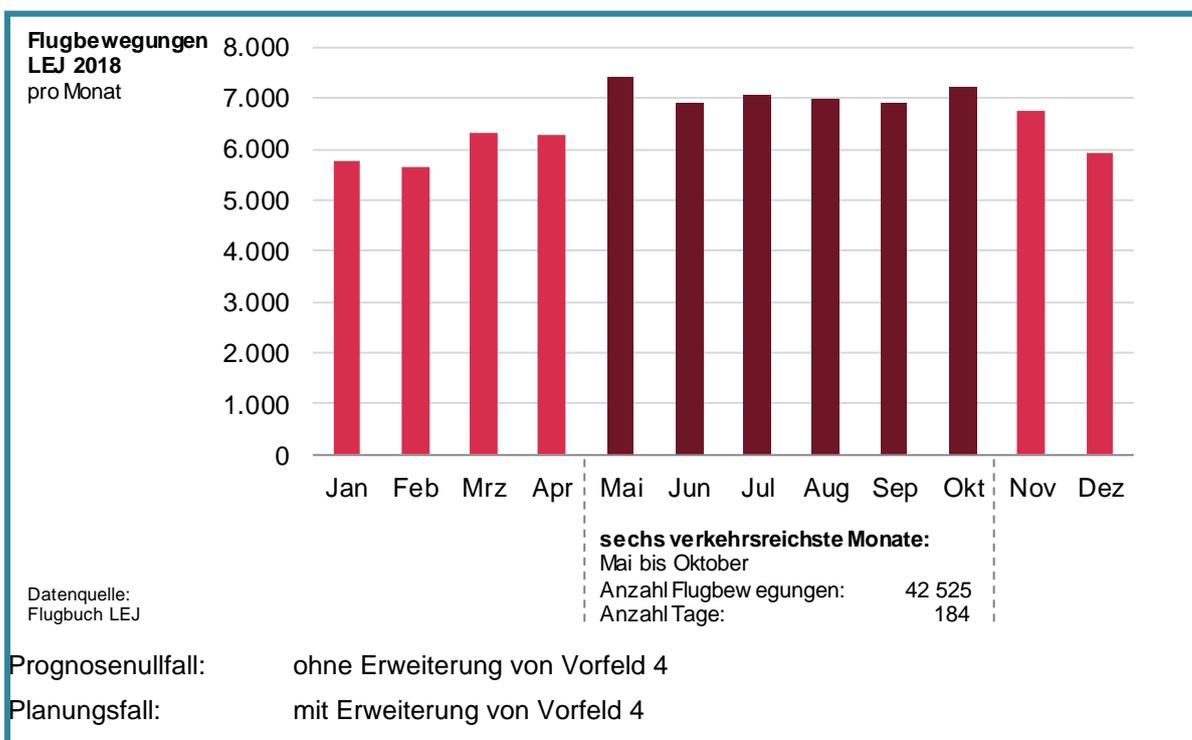


Abb. 6-1: Sechs verkehrsreichste Monate in Leipzig/Halle 2018

Die **wesentlichen Kennziffern für die Flugbewegungen** in den Planfällen, hier für die sechs verkehrsstärksten Monate, sind in Tab. 6-2 gezeigt.

	2018	2032 Prognose- nullfall (P0)	2032 Planungsfall (PF)	Differenz PF-P0	Verhältn. PF : P0
Flugbewegungen gesamt	42.525	59.098	62.986	3.888	6,6
davon Tag	22.413	33.046	34.568	1.522	4,6
davon Nacht	20.112	26.052	28.418	2.366	9,1
davon Großraumflugzeuge	12.834	29.529	34.527	4.998	16,9
davon Standardflugzeuge	21.803	20.533	19.374	-1.159	-5,6
davon kleinere Flugzeuge	7.888	9.036	9.085	49	0,5
Tag Großraumflugzeuge	4.802	11.602	13.379	1.777	15,3
Tag Standardflugzeuge	10.045	12.786	12.514	-272	-2,1
Tag kleinere Flugzeuge	7.566	8.658	8.675	17	0,2
Nacht Großraumflugzeuge	8.032	17.927	21.148	3.221	18,0
Nacht Standardflugzeuge	11.758	7.747	6.860	-887	-11,4
Nacht kleinere Flugzeuge	322	378	410	32	8,5

Anmerkungen:

Großflugzeuge ab AzB Klasse 6.1 sowie S 3.2, Standardflugzeuge: AzB Klasse S 5.2, S5.3, kleinere Flugzeuge bis S 5.1, ohne S 3.2; Daten noch nicht für DES abgeglichen (keine Normierung auf 180 Tage, kein Ausgleich Starten-Landen)

Tab. 6-2: Kennziffern der Flugbewegungen 2032 in Leipzig/Halle für die sechs verkehrsreichsten Monate

Demnach steigt im Planungsfall das Flugbewegungsaufkommen insgesamt um 6,6 %. Da die Maßnahme ausschließlich den KEP-Verkehr betrifft, der überwiegend nachts stattfindet, ist die Steigerung nachts mit 9,1 % deutlich größer. Davon ist der Anstieg bei den Großraumflugzeugen mit 18 % am stärksten, da diese durch die Vorfelderweiterung besonders profitieren, während in der Engpasssituation im Prognosenullfall z.T. kleinere Flugzeuge eingesetzt werden (müssen).

ANHANG

Detaillierte Aufbereitung der Flugbewegungsdaten für die sechs verkehrsstärksten Monate

- **Analyse 2018**
- **Prognosenullfall 2032**
- **Planungsfall 2032**

Flugbewegungen nach AzD-Klassen

 in den verkehrsreichsten 6 Monaten (Mai-Okt)
 (184 Tage)

	H	P 1.0	P 1.1	P 1.3	P 1.4	P 2.1	P 2.2	P-MIL 2	S 1.2	S 3.2	S 5.1	S 5.2	S 5.3	S 6.1	S 6.2	S 6.3	S 7	S 8	Summe
Gesamt	209	54	22	690	589	2.917	0	20	0	156	3.387	21.701	102	10.575	0	334	1.764	5	42.525
davon Tag 06:00-21:59 (ATAD)	194	54	22	663	566	2.694	0	20	0	142	3.353	9.943	102	2.975	0	322	1.359	4	22.413
davon Departure																			
nördlich	0	0	0	0	1	20	0	1	0	0	9	3	1	0	0	0	1	0	36
nord-westlich	1	1	0	7	10	28	0	0	0	2	69	244	1	487	0	2	160	0	1.012
süd-westlich	1	0	0	1	8	39	0	0	0	0	103	982	0	133	0	8	36	0	1.311
südlich	0	0	0	8	6	416	0	0	0	3	71	667	2	8	0	2	12	1	1.196
süd-östlich	0	0	0	2	14	23	0	0	0	53	32	1.663	47	795	0	5	324	1	2.959
östlich	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	1	0	8
nord-östlich	0	0	0	0	1	6	0	7	0	2	9	93	0	1	0	0	56	0	175
innerdeutsch	92	26	11	315	248	794	0	2	0	11	1.389	1.294	0	320	0	146	47	0	4.695
davon Arrival																			
nördlich	0	0	0	2	1	19	0	0	0	0	10	11	0	2	0	0	4	0	49
nord-westlich	0	0	0	7	5	38	0	1	0	1	52	254	1	200	0	3	233	0	795
süd-westlich	1	0	1	4	5	50	0	1	0	0	102	844	0	44	0	6	12	0	1.070
südlich	0	0	0	12	3	402	0	0	0	2	74	535	2	34	0	1	20	0	1.085
süd-östlich	0	1	0	3	15	25	0	1	0	54	45	2.049	47	611	0	4	206	0	3.061
östlich	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	2	54	0	0	0	0	0	0	62
nord-östlich	0	0	0	0	0	12	0	1	0	4	5	95	0	26	0	0	198	0	341
innerdeutsch	99	26	10	302	249	813	0	6	0	10	1.380	1.152	1	314	0	145	49	2	4.558
davon erste Nachthälfte 22:00-01:59 (ATAD)	12	0	0	15	10	130	0	0	0	9	31	6.790	0	4.176	0	8	181	1	11.363
davon Departure																			
nördlich	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	38	0	39	0	0	0	0	87
nord-westlich	0	0	0	1	1	11	0	0	0	0	1	857	0	57	0	0	8	0	936
süd-westlich	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	2	337	0	181	0	0	5	0	528
südlich	0	0	0	1	0	6	0	0	0	0	1	69	0	0	0	0	8	0	85
süd-östlich	0	0	0	0	0	5	0	0	0	2	1	134	0	101	0	0	38	1	282
östlich	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	0	0	0	0	24
nord-östlich	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	26	0	4	0	0	16	0	48
innerdeutsch	6	0	0	5	1	20	0	0	0	5	147	0	90	0	0	0	2	0	276
davon Arrival																			
nördlich	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	1	50	0	131	0	0	0	0	188
nord-westlich	0	0	0	0	0	16	0	0	0	1	1	888	0	1.161	0	0	45	0	2.112
süd-westlich	0	0	0	0	0	33	0	0	0	1	6	2.331	0	1.059	0	5	1	0	3.436
südlich	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	597	0	131	0	1	1	0	731
süd-östlich	0	0	0	2	0	10	0	0	0	4	1	401	0	716	0	2	11	0	1.147
östlich	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	78	0	0	0	0	0	0	78
nord-östlich	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	266	0	127	0	0	42	0	438
innerdeutsch	6	0	0	6	8	6	0	0	0	0	11	547	0	379	0	0	4	0	967
davon zweite Nachthälfte 02:00-05:59 (ATAD)	3	0	0	12	13	93	0	0	0	5	3	4.968	0	3.424	0	4	224	0	8.749
davon Departure																			
nördlich	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	101	0	93	0	0	0	0	200
nord-westlich	0	0	0	1	0	10	0	0	0	0	0	479	0	938	0	0	37	0	1.465
süd-westlich	0	0	0	1	0	44	0	0	0	0	0	1.792	0	757	0	3	1	0	2.598
südlich	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	253	0	162	0	0	4	0	419
süd-östlich	0	0	0	0	1	12	0	0	0	3	0	967	0	558	0	1	73	0	1.615
östlich	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	106	0	0	0	0	0	0	106
nord-östlich	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	268	0	151	0	0	46	0	465
innerdeutsch	2	0	0	3	4	2	0	0	0	1	0	304	0	410	0	0	8	0	734
davon Arrival																			
nördlich	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	4	0	1	0	0	0	0	8
nord-westlich	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	349	0	308	0	0	24	0	687
süd-westlich	0	0	0	0	1	6	0	0	0	0	1	96	0	29	0	0	0	0	133
südlich	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	2	0	6
süd-östlich	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	102	0	15	0	0	6	0	126
östlich	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2
nord-östlich	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0	17	0	46
innerdeutsch	1	0	0	7	7	2	0	0	0	0	0	115	0	1	0	0	6	0	139

Zuordnung

Flugrichtung	Länder
nördlich	Dänemark, Norwegen, Schweden, etc.
nord-westlich	Nord-Atlantikroute, Benelux, GB, Irland, etc.
süd-westlich	Frankreich, Spanien, Portugal, etc.
südlich	Schweiz, Österreich, Italien, Nordafrika etc.
süd-östlich	Tschechien, Slowakei, Ungarn, Südosteuropa etc.
östlich	Polen, Ukraine, etc.
nord-östlich	Baltikum, Finnland, Weißrussland, Russland, etc.
innerdeutsch	

Anhang A-1: Basisjahr 2018

Flugbewegungen 6 verkehrsreichste Monate nach AzD-Gruppe

Flugbewegungen nach AzD-Klassen

 in den verkehrsreichsten 6 Monaten (Mai-Ok)
 (184 Tage)

	H	P 1.0	P 1.1	P 1.3	P 1.4	P 2.1	P 2.2	P-MIL 2	S 1.2	S 3.2	S 5.1	S 5.2	S 5.3	S 6.1	S 6.2	S 6.3	S 7	S 8	Summe
Gesamt	210	56	22	702	605	3.558	0	20	0	156	3.863	20.421	112	25.094	0	347	3.927	5	59.098
davon Tag 06:00-21:59 (ATAD)	195	56	22	675	582	3.280	0	20	0	142	3.828	12.674	112	8.583	0	331	2.542	4	33.046
davon Departure																			
nördlich	0	0	0	0	1	21	0	1	0	0	9	1	1	2	0	0	1	0	37
nord-westlich	1	1	0	7	10	30	0	0	0	2	72	96	1	1.225	0	2	239	0	1.686
süd-westlich	1	0	0	1	8	41	0	0	0	0	107	1.100	0	329	0	12	40	0	1.639
südlich	0	0	0	8	6	480	0	0	0	3	74	1.031	2	12	0	2	12	1	1.631
süd-östlich	0	0	0	2	15	25	0	0	0	53	33	2.400	52	2.078	0	6	309	1	4.974
östlich	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	1	0	9
nord-östlich	0	0	0	0	1	7	0	7	0	2	9	183	0	118	0	0	186	0	513
innerdeutsch	93	27	11	321	255	1.010	0	2	0	11	1.614	1.442	0	897	0	146	439	0	6.268
davon Arrival																			
nördlich	0	0	0	2	1	19	0	0	0	0	10	8	0	7	0	0	4	0	51
nord-westlich	0	0	0	7	5	38	0	1	0	1	54	98	1	804	0	3	310	0	1.322
süd-westlich	1	0	1	4	5	62	0	1	0	0	107	966	0	173	0	9	12	0	1.341
südlich	0	0	0	12	3	466	0	0	0	2	77	850	2	43	0	1	20	0	1.476
süd-östlich	0	1	0	3	16	27	0	1	0	54	47	2.993	52	1.516	0	5	293	0	5.008
östlich	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	2	61	0	12	0	0	0	0	81
nord-östlich	0	0	0	0	0	12	0	1	0	4	5	181	0	457	0	0	238	0	898
innerdeutsch	99	27	10	308	256	1.033	0	6	0	10	1.607	1.260	1	910	0	145	438	2	6.112
davon erste Nachthälfte 22:00-01:59 (ATAD)	12	0	0	15	10	157	0	0	0	9	32	4.394	0	9.238	0	11	658	1	14.537
davon Departure																			
nördlich	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	35	0	55	0	0	0	0	100
nord-westlich	0	0	0	1	1	11	0	0	0	0	1	350	0	667	0	0	46	0	1.077
süd-westlich	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	2	270	0	338	0	0	6	0	619
südlich	0	0	0	1	0	6	0	0	0	0	1	129	0	0	0	0	7	0	144
süd-östlich	0	0	0	0	0	5	0	0	0	2	1	41	0	381	0	0	65	1	496
östlich	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	21	0	0	0	0	22
nord-östlich	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	59	0	47	0	0	60	0	168
innerdeutsch	6	0	0	5	1	24	0	0	0	0	6	239	0	264	0	0	133	0	678
davon Arrival																			
nördlich	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	1	4	0	185	0	0	0	0	197
nord-westlich	0	0	0	0	0	18	0	0	0	1	1	599	0	2.035	0	0	70	0	2.724
süd-westlich	0	0	0	0	0	47	0	0	0	1	6	1.349	0	2.443	0	7	1	0	3.854
südlich	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	491	0	375	0	1	1	0	869
süd-östlich	0	0	0	2	0	15	0	0	0	4	1	251	0	1.225	0	3	62	0	1.563
östlich	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	94	0	15	0	0	0	0	109
nord-östlich	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	1	89	0	408	0	0	72	0	573
innerdeutsch	6	0	0	6	8	6	0	0	0	0	11	393	0	779	0	0	135	0	1.344
davon zweite Nachthälfte 02:00-05:59 (ATAD)	3	0	0	12	13	121	0	0	0	5	3	3.353	0	7.273	0	5	727	0	11.515
davon Departure																			
nördlich	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	109	0	125	0	0	0	0	240
nord-westlich	0	0	0	1	0	10	0	0	0	0	0	223	0	1.533	0	0	56	0	1.823
süd-westlich	0	0	0	1	0	68	0	0	0	0	0	796	0	1.950	0	4	1	0	2.820
südlich	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	0	376	0	0	4	0	414
süd-östlich	0	0	0	0	1	16	0	0	0	3	0	1.086	0	1.017	0	1	116	0	2.240
östlich	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	146	0	6	0	0	0	0	152
nord-östlich	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	87	0	388	0	0	106	0	581
innerdeutsch	2	0	0	3	4	2	0	0	0	1	0	347	0	711	0	0	135	0	1.205
davon Arrival																			
nördlich	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	9
nord-westlich	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	100	0	763	0	0	51	0	920
süd-westlich	0	0	0	1	6	0	0	0	0	0	1	99	0	60	0	0	0	0	167
südlich	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	2	0	0	2	0	7
süd-östlich	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	34	0	154	0	0	58	0	249
östlich	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2
nord-östlich	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	59	0	50	0	0	61	0	171
innerdeutsch	1	0	0	7	7	2	0	0	0	0	0	226	0	135	0	0	137	0	515

Zuordnung

Flugrichtung	Länder
nördlich	Dänemark, Norwegen, Schweden, etc.
nord-westlich	Nord-Atlantikroute, Benelux, GB, Irland, etc.
süd-westlich	Frankreich, Spanien, Portugal, etc.
südlich	Schweiz, Österreich, Italien, Nordafrika etc.
süd-östlich	Tschechien, Slowakei, Ungarn, Südosteuropa etc.
östlich	Polen, Ukraine, etc.
nord-östlich	Baltikum, Finnland, Weißrussland, Russland, etc.
innerdeutsch	

 Anhang A-2: Prognosenufall 2032 ohne Erweiterung Vorfeld 4
 Flugbewegungen 6 verkehrsreichste Monate nach AzD-Gruppe

Flugbewegungen nach AzD-Klassen

 in den verkehrsreichsten 6 Monaten (Mai-Okt)
 (184 Tage)

	H	P 1.0	P 1.1	P 1.3	P 1.4	P 2.1	P 2.2	P-MIL2	S 1.2	S 3.2	S 5.1	S 5.2	S 5.3	S 6.1	S 6.2	S 6.3	S 7	S 8	Summe
Gesamt	210	56	22	702	605	3.607	0	20	0	156	3.863	19.262	112	29.954	0	347	4.065	5	62.986
davon Tag 06:00-21:59 (ATAD)	195	56	22	675	582	3.297	0	20	0	142	3.828	12.402	112	10.244	0	331	2.658	4	34.568
davon Departure																			
nördlich	0	0	0	0	1	21	0	1	0	0	9	1	1	2	0	0	1	0	37
nord-westlich	1	1	0	7	10	31	0	0	0	2	72	95	1	1.456	0	2	266	0	1.944
süd-westlich	1	0	0	1	8	42	0	0	0	0	107	1.097	0	377	0	12	40	0	1.685
südlich	0	0	0	8	6	481	0	0	0	3	74	1.032	2	12	0	2	12	1	1.633
süd-östlich	0	0	0	2	15	27	0	0	0	53	33	2.337	52	2.601	0	6	332	1	5.459
östlich	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	1	0	8
nord-östlich	0	0	0	0	1	8	0	7	0	2	9	172	0	126	0	0	186	0	511
innerdeutsch	93	27	11	321	255	1.010	0	2	0	11	1.614	1.426	0	1.009	0	146	439	0	6.364
davon Arrival																			
nördlich	0	0	0	2	1	19	0	0	0	0	10	7	0	8	0	0	4	0	51
nord-westlich	0	0	0	7	5	38	0	1	0	1	54	99	1	931	0	3	344	0	1.484
süd-westlich	1	0	1	4	5	70	0	1	0	0	107	965	0	204	0	9	12	0	1.379
südlich	0	0	0	12	3	468	0	0	0	2	77	850	2	50	0	1	20	0	1.485
süd-östlich	0	1	0	3	16	28	0	1	0	54	47	2.858	52	1.833	0	5	325	0	5.223
östlich	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	2	49	0	16	0	0	0	0	73
nord-östlich	0	0	0	0	0	12	0	1	0	4	5	170	0	589	0	0	238	0	1.019
innerdeutsch	99	27	10	308	256	1.033	0	6	0	10	1.607	1.241	1	1.030	0	145	438	2	6.213
davon erste Nachthälfte 22:00-01:59 (ATAD)	12	0	0	15	10	171	0	0	0	9	32	3.977	0	11.034	0	11	663	1	15.935
davon Departure																			
nördlich	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	32	0	65	0	0	0	0	107
nord-westlich	0	0	0	1	1	11	0	0	0	0	1	328	0	796	0	0	48	0	1.186
süd-westlich	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	2	210	0	414	0	0	6	0	635
südlich	0	0	0	1	0	6	0	0	0	0	1	129	0	0	0	0	7	0	144
süd-östlich	0	0	0	0	0	5	0	0	0	2	1	17	0	465	0	0	66	1	557
östlich	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	26	0	0	0	0	27
nord-östlich	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	33	0	66	0	0	60	0	161
innerdeutsch	6	0	0	5	1	24	0	0	0	0	6	212	0	291	0	0	133	0	678
davon Arrival																			
nördlich	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	1	4	0	214	0	0	0	0	226
nord-westlich	0	0	0	0	0	19	0	0	0	1	1	603	0	2.377	0	0	71	0	3.072
süd-westlich	0	0	0	0	0	56	0	0	0	1	6	1.173	0	2.923	0	7	1	0	4.167
südlich	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	491	0	449	0	1	1	0	943
süd-östlich	0	0	0	2	0	19	0	0	0	4	1	228	0	1.501	0	3	63	0	1.821
östlich	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	69	0	23	0	0	0	0	92
nord-östlich	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	1	40	0	522	0	0	72	0	638
innerdeutsch	6	0	0	6	8	6	0	0	0	0	11	407	0	902	0	0	135	0	1.481
davon zweite Nachthälfte 02:00-05:59 (ATAD)	3	0	0	12	13	139	0	0	0	5	3	2.883	0	8.676	0	5	744	0	12.483
davon Departure																			
nördlich	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	126	0	137	0	0	0	0	269
nord-westlich	0	0	0	1	0	10	0	0	0	0	0	215	0	1.717	0	0	60	0	2.003
süd-westlich	0	0	0	1	0	83	0	0	0	0	0	733	0	2.322	0	4	1	0	3.144
südlich	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	0	448	0	0	4	0	488
süd-östlich	0	0	0	0	1	19	0	0	0	3	0	869	0	1.335	0	1	129	0	2.357
östlich	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	118	0	9	0	0	0	0	127
nord-östlich	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0	487	0	0	106	0	628
innerdeutsch	2	0	0	3	4	2	0	0	0	1	0	370	0	807	0	0	135	0	1.324
davon Arrival																			
nördlich	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	9
nord-westlich	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	78	0	922	0	0	51	0	1.057
süd-westlich	0	0	0	0	1	6	0	0	0	0	1	34	0	102	0	0	0	0	144
südlich	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	2	0	0	2	0	7
süd-östlich	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	32	0	176	0	0	58	0	269
östlich	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2
nord-östlich	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	33	0	70	0	0	61	0	165
innerdeutsch	1	0	0	7	7	2	0	0	0	0	0	197	0	139	0	0	137	0	490

Zuordnung

Flugrichtung	Länder
nördlich	Dänemark, Norwegen, Schweden, etc.
nord-westlich	Nord-Atlantikroute, Benelux, GB, Irland, etc.
süd-westlich	Frankreich, Spanien, Portugal, etc.
südlich	Schweiz, Österreich, Italien, Nordafrika etc.
süd-östlich	Tschechien, Slowakei, Ungarn, Südosteuropa etc.
östlich	Polen, Ukraine, etc.
nord-östlich	Baltikum, Finnland, Weißrussland, Russland, etc.
innerdeutsch	