

- ◆ Umweltgutachten
- ◆ Genehmigungen
- ◆ Betrieblicher
Umweltschutz

Dortmund Airport 21

Verlegung der Schwelle 24 um 300 m in Richtung Osten

Technische Bewertung der vorhabenbedingten Auswirkungen auf die Lufthygiene

Auftraggeber: Flughafen Dortmund GmbH
Bearbeiter: Dr.-Ing. Frank Dröschner
Dipl.-Geogr. Markus Faiß

Projektnr.: 2486

Dieser Bericht umfasst 34 Blätter
und 11 Blätter in der Anlage.

Ingenieurbüro für
Technischen Umweltschutz
Dr.-Ing. Frank Dröschner

Lustnauer Straße 11
72074 Tübingen

Ruf 07071 / 889 - 28 - 0
Fax 07071 / 889 - 28 - 7
Buero @ Dr-Droeschner.de

März 2020

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung	5
2	Räumliche Gegebenheiten	6
3	Meteorologische Gegebenheiten	8
4	Beurteilungsmaßstäbe	11
5	Emissionen von Luftschadstoffen	14
5.1	Emissionen des Flug- und Flughafenbetriebs	14
5.1.1	Luftverkehrsaufkommen	14
5.1.2	Ermittlung der Emissionen des Luftverkehrs	15
5.1.3	Sonstiger Vorfeldbetrieb	18
5.1.4	Zusammenfassung der Emissionen des Luftverkehrs	19
6	Ermittlung der Immissionskenngrößen	21
6.1	Rechengebiet, Lage der Berechnungspunkte	21
6.2	Ausbreitungsmodell	22
6.3	Umwandlung NO → NO ₂	23
6.4	Ermittlung des Immissionsbeitrages PM _{2,5}	23
7	Immissionsbelastung	24
7.1	Immissionshintergrundbelastung	24
7.2	Immissionsbeiträge durch den Flug- und Flughafenbetrieb	26
8	Zusammenfassende Beurteilung	30
9	Literatur	32

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Schutzbedürftige Nutzungen im Umfeld des Flughafens Dortmund – Immissionsorte	6
Tabelle 2:	Definitionsschema der Ausbreitungsklassen	8
Tabelle 3:	Beurteilungswerte der 39. BImSchV /3/ bzw. TA Luft /1/	13
Tabelle 4:	Luftverkehrsaufkommen im Planfall 2030 (Schwellenlage neu) und im Nullfall 2030 (Schwellenlage alt)	15
Tabelle 5:	Leistungsstufen der Triebwerke bei den einzelnen Bewegungszuständen	16
Tabelle 6:	Emissionen der Bewegungszustände und Betriebsvorgänge im Planfall 2030 (Schwellenlage neu) und im Nullfall 2030 (Schwellenlage alt)	19
Tabelle 7:	Modellparameter Lagrangesches Ausbreitungsmodell	22
Tabelle 8:	Immissionskenngrößen (Hintergrundbelastung) aus dem Messnetz des LANUV	25
Tabelle 9:	Immissionskenngrößen in den umliegenden schutzbedürftigen Nutzungen	27

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Großräumige Lage des Flughafens (blauer Rahmen: Untersuchungsgebiet der Luftschadstoffuntersuchung; gelbe Punkte: Immissionsorte)	7
Abbildung 2:	Verteilung der Windrichtung und Windgeschwindigkeit für die Station Werl (Jahr 2016)	10
Abbildung 3:	Bewegungszustände im Lande-Start-Zyklus (LTO-Zyklus)	16
Abbildung 4:	Qualitativer Verlauf der Emissionsfaktoren für Kohlenmonoxid, Stickoxide und Summe der Kohlenwasserstoffe in Abhängigkeit vom relativen Schub	17

Anlagenverzeichnis

Anlage 1:	Repräsentativitätsprüfung AKTerm Werl (DWD) 2009-2018
Anlagen 2 - 4:	Rechengebiet und Immissionsorte sowie Ergebnisse der Ausbreitungsrechnungen

Abkürzungsverzeichnis

AK	Ausbreitungsklasse
AK Term	Ausbreitungsklassenzeitreihe
APU	Auxiliary Power Unit (Hilfstriebwerke)
ASDA	Accelerate-stop distance available
AzB	Anleitung zur Berechnung von Fluglärm
BAZL	Bundesamt für Zivilluftfahrt (Schweiz)
BImSchG	Bundesimmissionsschutzgesetz
BImSchV	Bundesimmissionsschutzverordnung
CO	Kohlenmonoxid
DETEC	Federal Department of the Environment, Transport, Energy and Communications (Schweiz)
DES	Datenerfassungssystem
DTV	Durchschnittlicher täglicher Verkehr
FAA	Federal Aviation Administration (Luftfahrtaufsichtsbehörde USA)
FAEED	FAA (↑) Aircraft Engine Emission Database
FOCA	Federal Office of Civil Aviation (Schweiz)
ft	Feet (Fuß)
GK	Gauß-Krüger-Koordinaten
GPU	Ground Power Unit (Mobile Stromaggregate)
HBEFA	Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs
HW	Hochwert (Gauss-Krüger-Koordinatensystem)
ICAO	International Civil Aviation Organization (Zivilluftfahrtorganisation)
IO	Immissionsort
LANUV	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen

LDA	Landing Distance Available – verfügbare Landestrecke
LNF	Leichte Nutzfahrzeuge
LTO	Landing-Take-off(-Cycle) (Start-Lande(-Zyklus))
LuftVG	Luftverkehrsgesetz
MTOM	Maximum Take-off Mass (Maximales Startgewicht)
NO	Stickstoffmonoxid
NO₂	Stickstoffdioxid
NO_x	Stick(stoff)oxide
PM_{2,5}	Feinstaubpartikel kleiner 2,5 Mikrometer (particulate matter)
PM₁₀	Feinstaubpartikel kleiner 10 Mikrometer (particulate matter)
RW	Rechtswert (Gauss-Krüger-Koordinatensystem)
RWY	Runway
SNF	Schwere Nutzfahrzeuge
SO₂	Schwefeldioxid
SO_x	Schwefeloxide
TA Luft	Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft
THC	Total Hydrocarbons - Gesamt-Kohlenwasserstoffe
TODA	Total Distance Available – verfügbare Startstrecke
TORA	Take-off run available – verfügbare Startlaufstrecke
ÜNN	über Normal Null
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
WG	Windgeschwindigkeit
WR	Windrichtung

1 Aufgabenstellung

Am Flughafen Dortmund soll die Schwelle 24 an das östliche Bahnende verlegt werden, um zukünftig eine Landestrecke in der Haupt-Betriebsrichtung von 2.000 m ausweisen zu können.

In dem vorliegenden Gutachten werden die hiermit verbundenen vorhabenbedingten Auswirkungen auf die Luftschadstoffimmissionen ermittelt und bewertet.

Insbesondere beinhalten die Untersuchungen:

- Darstellung der flug- und flughafenbedingten Luftschadstoffemissionen und der Leitkomponenten.
- Ermittlung der Emissionen des Flughafenbetriebs auf Basis der Luftverkehrsprognose für die lufthygienisch bedeutsamsten Luftverunreinigungen Stickstoffdioxid NO₂, Feinstaub PM₁₀/PM_{2,5} und Benzol für
 - den Planfall 2030 unter Berücksichtigung der Schwellenverlegung (im Weiteren bezeichnet als „Planfall 2030 (Schwellenlage neu)“) und
 - den Nullfall 2030 ohne Berücksichtigung der Schwellenverlegung (im Weiteren bezeichnet als „Nullfall 2030 (Schwellenlage alt)“)
- Ermittlung der Immissionsvorbelastung in der Umgebung des Flughafens
- Rechnerische Ermittlung der Jahresmittelwerte der vorhabenbedingten Immissionen der lufthygienisch bedeutsamsten Luftverunreinigungen NO₂, PM₁₀/PM_{2,5} und Benzol für den Planfall 2030 (Schwellenlage neu) und den Nullfall 2030 (Schwellenlage alt) im Einwirkungsbereich des Flughafens
- Vergleich der vorhabenbedingten Veränderungen zwischen Planfall 2030 (Schwellenlage neu) und Nullfall 2030 (Schwellenlage alt)
- Lufthygienische Bewertung der vorhabenbedingten Immissionen von Stickstoffdioxid NO₂, Feinstaub PM₁₀/PM_{2,5} und Benzol im Einwirkungsbereich der Anlage anhand der europäischen Luftqualitätskriterien

Nachfolgend sind die Ergebnisse der Untersuchungen zusammenfassend dargestellt.

2 Räumliche Gegebenheiten

Der Flughafen Dortmund befindet sich östlich des Dortmunder Kernstadtbereiches zwischen den Ortschaften Brackel im Westen, Wickede im Norden, Massen/Unna im Osten und Holzwickede im Süden. Der Standort befindet sich auf dem langgezogenen flachen Nord-Ost/Süd-West gerichteten Rücken des Hellwegs auf einer Höhe von ca. 130 m ü. NN.

Verkehrlich ist der Flughafen über die südlich gelegene Bundesstraße B 1 und die Bundesautobahn BAB 1 an das übergeordnete Verkehrsnetz angebunden.

Zur immissionsschutzrechtlichen Bewertung der flug- und flughafenbetriebsbedingten Immissionsbeiträge werden flächenhafte Immissionsprognosen durchgeführt. Zudem sind im Weiteren im Umfeld des Flughafens für die jeweiligen Bereiche repräsentative Nachweisorte (Immissionsorte IO 1 bis IO 5) festgelegt, für die die vorhabenbedingten Immissionsbeiträge und die Gesamtbelastung punkthaft ermittelt und bewertet werden. Die Immissionsorte sind der Tabelle 1 zu entnehmen.

Die Immissionsorte spiegeln mutmaßlich vom Flug- und Flughafenbetrieb maximal beaufschlagte schutzbedürftige Nutzungen wider.

Darüber hinaus werden die weiteren schutzbedürftigen Nutzungen im Umfeld des Flughafens über die Ergebnisse der flächenhaften Ausbreitungssimulationen bewertet.

Tabelle 1: Schutzbedürftige Nutzungen im Umfeld des Flughafens Dortmund – Immissionsorte

IO	GK RW	GK HW	Bezeichnung
1	3403116	5710555	Steinbrinkstr. Wickede Wohnbaufläche
2	3404701	5711128	Zeche-Norm-Str. Wickede Industriegebiet
3	3405774	5711341	Bergstr. Obermassen
4	3403758	5709671	Chaussee/L821 Gewerbe-/Industriegebiet
5	3402523	5709115	Zur Alten Windmühle Holzwickede

Die Lage des Flughafens Dortmund geht aus den Lageplänen in Abbildung 1 und Anlage 1 hervor.

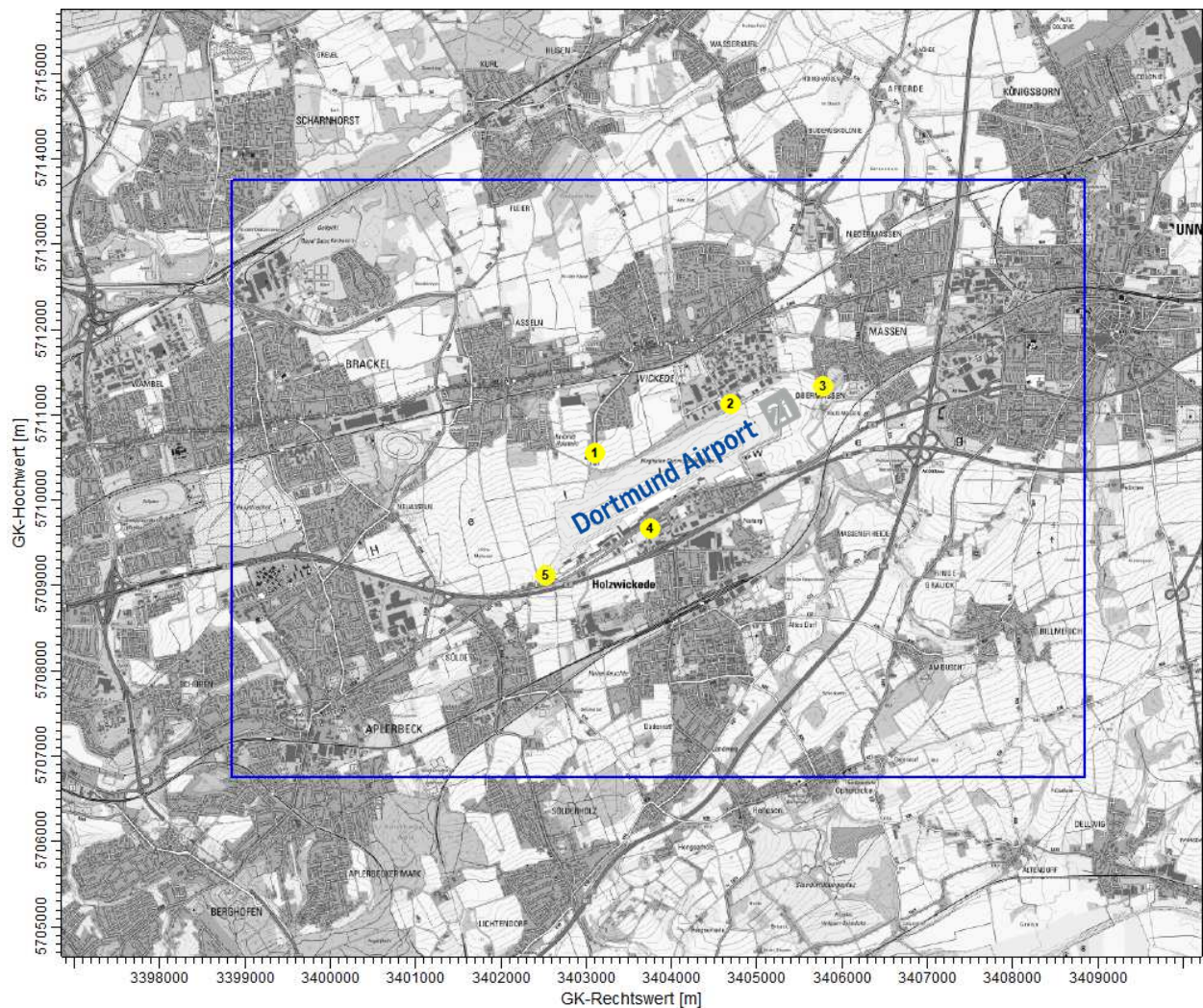


Abbildung 1: Großräumige Lage des Flughafens (blauer Rahmen: Untersuchungsgebiet der Luftschadstoffuntersuchung; gelbe Punkte: Immissionsorte)

3 Meteorologische Gegebenheiten

Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Turbulenzzustand der Atmosphäre bestimmen wesentlich die Ausbreitungsbedingungen für Luftverunreinigungen.

Zur Berechnung der Immissionsbeiträge wird eine standortrepräsentative Ausbreitungsklassenstatistik oder Ausbreitungsklassenzeitreihe benötigt. Die Ausbreitungsklassenstatistik beschreibt die statistische Häufigkeit von Windgeschwindigkeit und Windrichtung sowie der zugehörigen Ausbreitungsklasse, die den Turbulenzzustand der Atmosphäre und somit die Verdünnung der Geruchsemissionen beeinflusst.

Da die Ermittlung der Immissionen stundenfein erfolgt, müssen auch die meteorologischen Eingangsdaten Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Turbulenzzustand der Atmosphäre/ Ausbreitungsklasse in Form einer Zeitreihe für mindestens ein Jahr in stündlicher Auflösung vorliegen.

Die Vielfalt der atmosphärischen Turbulenzzustände wird in sechs Ausbreitungsklassen eingeteilt, die in der TA Luft /1/ beschrieben sind (TA Luft 2002, Anhang 3). Für weitere Einzelheiten zu diesen in Tabelle 2 dargestellten Ausbreitungsklassen wird auf die TA Luft 2002, Anhang 3, und die VDI-Richtlinie 3782, Blatt 1, Anhang A /12/ verwiesen.

Tabelle 2: Definitionsschema der Ausbreitungsklassen

Ausbreitungs-klasse	Thermische Schichtung	in der Regel Auftreten bei
I	sehr stabil	nachts, windschwach, wenig Bewölkung
II	stabil	nachts, windschwach, bedeckt
III/1	neutral-stabil	Tag und Nacht, höhere Windgeschwindigkeiten
III/2	neutral-labil	tags, mittlere Windgeschwindigkeiten, bedeckt
IV	labil	tags, windschwach, wenig Bewölkung
V	sehr labil	Tage in den Sommermonaten, wolkenarm oder windschwach, nur um die Mittagszeit

Bei sehr stabilen und stabilen Schichtungen ist mit zunehmender Höhe die Temperaturabnahme der Umgebungsluft kleiner als die eines um dieselbe Höhe angehobenen Luftvolumens (adiabatische Zustandsänderung), so dass das Luftvolumen stets kälter und damit schwerer wird als die Umgebungsluft. Das Luftvolumen neigt dazu abzusinken. Dies erschwert den vertikalen Luftaustausch und führt zur Ausbreitung einer Abgasfahne in diesem Niveau. Stabile Schichtungen der Atmosphäre nennt man Inversionen, wenn die Temperatur mit der Höhe zunimmt statt niedriger zu werden. Hierbei ist der vertikale Luftaustausch erschwert. Es kann zur Anreicherung von Luftverunreinigungen und zur Nebelbildung kommen.

Wenn mit zunehmender Höhe die Temperaturabnahme der Umgebungsluft größer ist, als die des gehobenen Luftvolumens, dann ist das gehobene Luftvolumen immer wärmer und damit leichter als die Umgebungsluft. Es steigt somit auf. Es handelt sich hierbei um eine labile Schichtung. Diese Schichtung begünstigt den vertikalen Luftaustausch.

Wenn die Temperaturabnahme der Umgebungsluft genauso hoch ist, wie die eines entsprechend bewegten Luftvolumens, so wird die Schichtung in diesem Fall als neutral oder indifferent bezeichnet. Der vertikale Luftaustausch wird bei diesem Schichtungszustand weder behindert noch gefördert.

Unter Kaltluftabfluss versteht man den dem Gelände folgenden Abfluss von in wolkenlosen Nächten örtlich gebildeter Kaltluft. Hier sind bereits Gefälle von weniger als 2° ausreichend. Die mengenmäßig größte Produktion an Kaltluft fällt an unbewaldeten und unbebauten Hängen an. Je nach Topographie können sich in Senken örtlich sog. Kaltluftseen bilden.

Verwendete meteorologische Datenbasis

Für den Flughafen liegen METAR-Daten aus der standardisierten Kurzmeldung der Wetterbeobachtungen am Flughafen durch das Personal des Kontrollturms in halbstündlicher Auflösung vor. Diese Aufzeichnungen liegen im Wesentlichen lediglich für den Zeitraum von 05:00 bis 20:30 Uhr vor. Weitere meteorologische Rahmenparameter (Himmelsbedeckung) werden nur unzureichend erhoben. Daher ist der METAR-Datensatz für die luftschadstofftechnischen Untersuchungen unzureichend.

Ca. 20 km nordöstlich des Flughafens Dortmund befindet sich die Station Werl (Stationsnummer 5480) des Deutschen Wetterdienstes DWD.

Der Standort ist frei anströmbar. Die orographischen Gegebenheiten entsprechen denen am Flughafen.

Die meteorologischen Daten dieser Station beschreiben somit die meteorologischen Verhältnisse am Standort gut. Ein Vergleich zu den Daten des METAR-Datensatzes bestätigt dies ebenfalls.

Für diese Messtation liegen vollständige und verwertbare Messdaten für den Zeitraum zwischen 2009 bis 2018 vor. Für die vorliegenden Untersuchungen wurde das repräsentative Jahr aus dem Datenzeitraum 2009 bis 2018 ermittelt (siehe Anhang 1). Die Repräsentativitätsprüfung ergab, dass das Jahr 2016 das repräsentative Jahr im Bezugszeitraum ist. Für die Ausbreitungsrechnungen wurde daher die Ausbreitungsklassenzeitreihe des Jahres 2016 verwendet.

Die Windrichtungsverteilungen des für die Ausbreitungsberechnungen verwendeten meteorologischen Datensatzes zeigt nachfolgende Abbildung 2. Die Windrichtungsverteilung ist als Anströmhäufigkeit dargestellt.

Danach herrschen Winde aus südlichen bis südwestlichen Richtungen aus den Sektoren 200°-250° vor. Entsprechend werden Emissionen aus dem Bereich des Flughafens Dortmund häufiger in nördliche und nordöstliche Richtungen verfrachtet.

Aufgrund der räumlichen Gegebenheiten (geringe Reliefgliederung, vergleichsweise homogene Landnutzung) bei einer jahresmittleren Windgeschwindigkeit von 3,2 m/s weisen die meteorologischen Daten auf eine gute Anströmbarkeit und Belüftung des Flughafens hin.

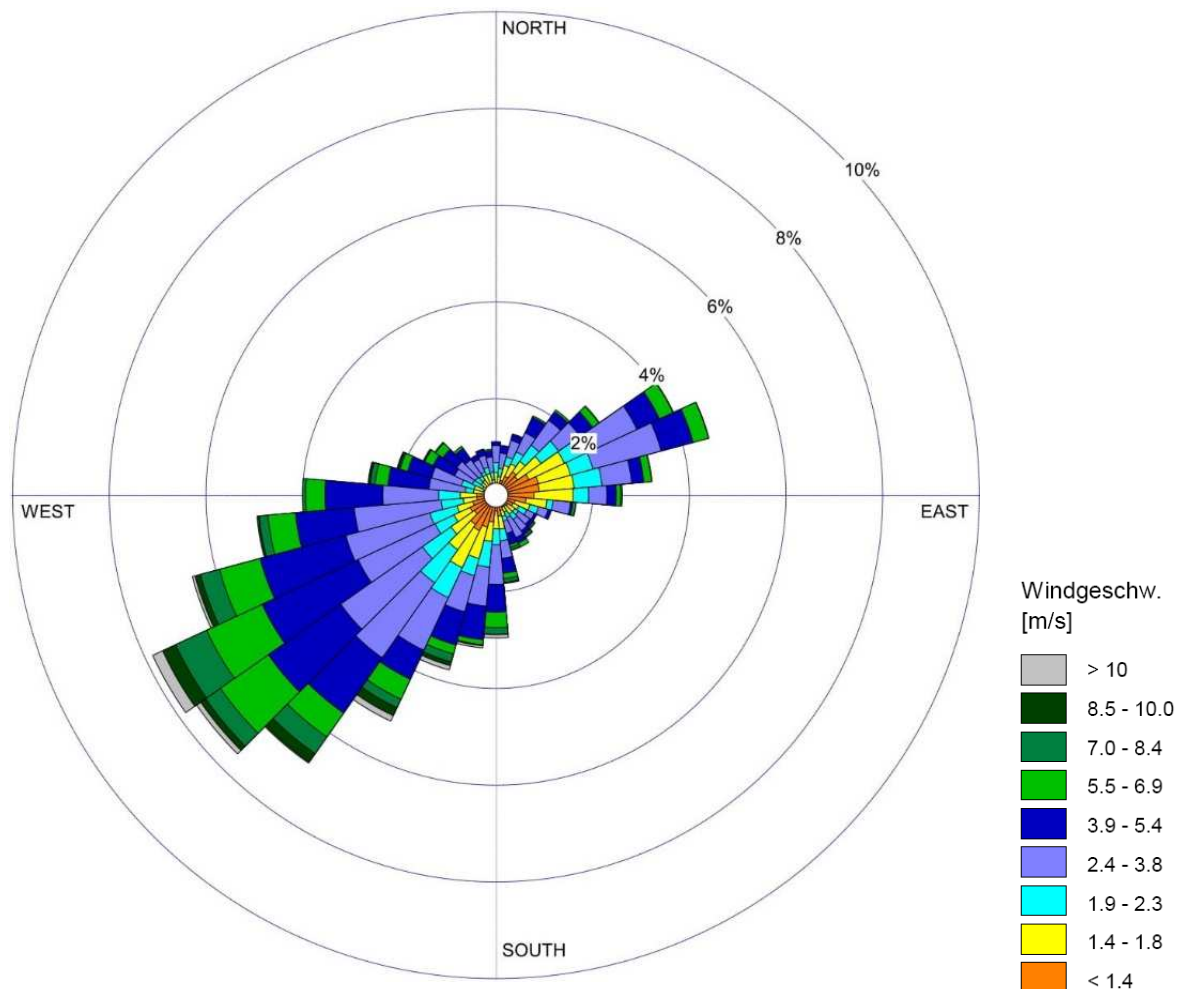


Abbildung 2: Verteilung der Windrichtung und Windgeschwindigkeit für die Station Werl (Jahr 2016)

4 Beurteilungsmaßstäbe

In der Bundesrepublik bestehen derzeit für den Luftverkehr keine gesetzlich gültigen Grenzwerte für Luftschadstoffimmissionen.

Hilfsweise können zur lufthygienischen Bewertung des Vorhabens am Flughafen Dortmund die Beurteilungswerte der 39. BImSchV /3/ sowie ergänzend die Immissionswerte der TA Luft 2002 /1/ herangezogen werden.

Als wichtige Leitschadstoffe für luftverkehrsstämmige Luftverunreinigungen gelten

- Stickstoffdioxid (NO₂) und
- Feinstaub (PM10 und PM2,5)
- Benzol

Für die Bewertung des Feinstaubes werden als Leitkomponenten die Fraktionen PM10 und PM2,5 herangezogen. Bei Verbrennungsprozessen aller Art, so auch im Luftverkehr können sogenannte „ultrafeine Partikel“ entstehen. Bisher existierten keine allgemeingültigen Grenzwerte für diese Fraktion, eine fraktionelle Betrachtung der lufthygienischen Relevanz ist derzeit Gegenstand der Forschung. Die Feinstaubfraktionen PM10 und PM2,5 beinhalten jedoch massenbezogen alle Feinstaubfraktionen, also auch „ultrafeine Partikel“.

Die flug- und flughafenbetriebsbedingten Emissionen von weiteren Schadstoffen wie z. B. Schwefeldioxid (SO₂), Kohlenmonoxid (CO) sind verhältnismäßig gering. Verbunden mit einer sehr geringen Vorbelastung für diese Stoffe ergeben sich generell deutliche Grenzwertunterschreitungen, so dass diese Stoffe in der vorliegenden Untersuchung nicht weiter betrachtet werden.

Die Bundesregierung hat im Jahr 2010 die neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV /3/) erlassen. Sie dient im Wesentlichen der Umsetzung der Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Europäischen Rates über Luftqualität und saubere Luft für Europa 2008/50/EG in das deutsche Recht. Ziel der Verordnung ist es, schädliche Auswirkungen von Luftschadstoffen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt zu vermeiden oder zu verringern.

Die vorliegende Untersuchung beurteilt die Relevanz der verkehrsbedingten Immissionsbeiträge anhand der Immissionsbeiträge zur Langzeitbelastung, d.h. der Jahresmittelwerte.

Des Weiteren sind auch die Auswirkungen durch kurzfristige Immissionsbelastungen zu bewerten. Zur Bewertung der Immissionskenngrößen der Kurzzeitbelastung gibt Nr. 4.7 der TA Luft /1/ Hinweise.

Die Einhaltung des **Immissions-Tageswertes** für **Feinstaub** ist dabei auf jeden Fall sichergestellt, wenn

- 1.) die Kenngröße der Vorbelastung im Jahresmittel ≤ 90 % des Immissions-Jahreswertes ist und

- 2.) der Tagesmittelwert der Vorbelastung die zulässige Überschreitungshäufigkeit des Immissions-Tageswertes zu maximal 80 % erreicht und
- 3.) sämtliche für alle Aufpunkte berechneten Tageswerte der Zusatzbelastung nicht größer sind, als es der Differenz zwischen dem Immissions-Tageswert ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für Feinstaub) und dem Immissions-Jahreswert ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für Feinstaub) entspricht (Differenz $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Die Einhaltung des **Immissions-Stundenwertes** für **Stickstoffdioxid** ist nach Nr. 4.7 der TA Luft /1/ auf jeden Fall sichergestellt, wenn

- 1.) die Kenngröße der Vorbelastung im Jahresmittel ≤ 90 % des Immissions-Jahreswertes ist und
- 2.) der Stundenmittelwert der Vorbelastung die zulässige Überschreitungshäufigkeit des Immissions-Stundenwertes zu maximal 80 % erreicht und
- 3.) sämtliche für alle Aufpunkte berechneten Tageswerte der Zusatzbelastung nicht größer sind, als es der Differenz zwischen dem Immissions-Stundenwert ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und dem Immissions-Jahreswert ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) entspricht (Differenz $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Die in der vorliegenden Untersuchung berücksichtigten Beurteilungswerte der 39. BImSchV /3/ zum Schutz der menschlichen Gesundheit (Langzeitbelastung, Kurzzeitbelastung) sind in Tabelle 3 dargestellt. Die Immissionswerte der 39. BImSchV stimmen im Wesentlichen mit der in der TA Luft /1/ genannten Werten überein, jedoch ist bspw. $\text{PM}_{2,5}$ (Immissionswert: $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$) lediglich in der 39. BImSchV genannt.

Die TA Luft sieht zudem unterschiedliche Irrelevanzschwellen für die Zusatzbelastung als Obergrenzen von geringfügigen anlagen- oder vorhabenbedingten Immissionsbeiträgen vor. In Bezug auf den Schutz der menschlichen Gesundheit und die erhebliche Belästigung (z.B. durch NO_2) beträgt die Irrelevanzschwelle nach TA Luft 4.2.1 z.B. 3,0 % des Immissionsgrenzwertes für die Jahresmittelwerte (z.B. $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für NO_2).

Innerhalb des Einwirkungsbereiches der Quellen im Plangebiet sind die Beurteilungspunkte so festzulegen, dass eine Beurteilung der Gesamtbelastung an den Punkten mit der mutmaßlich höchsten relevanten Belastung für nicht nur vorübergehend exponierte Schutzgüter ermöglicht wird.

Tabelle 3: Beurteilungswerte der 39. BImSchV /3/ bzw. TA Luft /1/

Schadstoff	Beurteilungswert	Konzentration/ Deposition	Mittelungszeit- raum	Zulässige Überschreitungshäu- figkeit im Jahr	Schutzziel
Benzol	Immissionswert	5 µg/m³	Jahr	-	Schutz der menschli- chen Gesund- heit
Schwebstaub (PM10)	Immissionswert	40 µg/m³	Jahr	-	
	Irrelevanzschwelle	1,2 µg/m³	Jahr	-	
	Immissionswert	50 µg/m³	24 Stunden	35	
Schwebstaub (PM2,5)	Immissionswert	25 µg/m³	Jahr	-	
	Irrelevanzschwelle	0,75 µg/m³	Jahr	-	
Stickstoffdioxid (NO₂)	Immissionswert	40 µg/m³	Jahr	-	
	Irrelevanzschwelle	1,2 µg/m³	Jahr	-	
	Immissionswert	200 µg/m³	1 Stunde	18	

5 Emissionen von Luftschadstoffen

Die Verbrennung von Flugzeugkraftstoffen ist insbesondere mit den Verbrennungsprodukten Kohlendioxid (CO₂), Wasser (H₂O) und Schwefeldioxid (SO₂) verbunden. Durch unvollständige Verbrennung werden darüber hinaus Kohlenmonoxid (CO), unverbrannte Kohlenwasserstoffe sowie Stickoxide (NO und NO₂), Benzol und Partikel emittiert.

Als wesentliche Eingangsgröße für die Immissionsprognose werden im Folgenden die Emissionen des Luftverkehrs auf dem Flughafen Dortmund für den Planfall 2030 (Schwellenlage neu) und den Nullfall 2030 (Schwellenlage alt) ermittelt. Die Ermittlung der Emissionen beschränkt sich nachfolgend auf die Schadstoffe Stickstoffdioxid NO_x, Feinstaub PM10/PM2,5 und Benzol. Bei den betrachteten Komponenten handelt es sich um die regulierten Leitsubstanzen mit der im Regelfall weitgehendsten Ausschöpfung von Beurteilungswerten.

Grundlage der Emissionsprognose bilden Angaben zum Luftverkehrsaufkommen aus der Luftverkehrsprognose und konservative Abschätzungen sowie Angaben zu den weiteren Betriebsvorgängen auf dem Flughafengelände (Einsatz von Hilfsaggregaten, Triebwerksprobeläufe, luftseitiger Kfz-Verkehr etc.).

5.1 Emissionen des Flug- und Flughafenbetriebs

5.1.1 Luftverkehrsaufkommen

Zum Vorhaben liegt eine Luftverkehrsprognose für den **Planfall** (Schwellenlage neu) und den **Nullfall** (Schwellenlage alt) für das Prognosejahr 2030 vor /16/.

Für die beiden Szenarien (Planfall und den Nullfall) wurden die Emissionen nach den spezifischen Triebwerksemissionen der in den Fluglärmgruppen auftretenden Flugzeugmuster berechnet. In den Fluglärmgruppen sind Flugzeugmuster in Gewichtsklassen (Maximum Take-Off Mass/MTOM) und mit – in Bezug auf die Emissionen – ähnlicher Triebwerkausstattung gruppenweise zusammengefasst.

Tabelle 4 stellt das Luftverkehrsaufkommen für die definierten Fluglärmgruppen für den Planfall und den Nullfall zusammen.

Die beiden Szenarien Planfall (Schwellenlage neu) und Nullfall (Schwellenlage alt) unterscheiden sich nicht in Hinblick auf das Luftverkehrsaufkommen, sondern lediglich durch eine räumliche Verlagerung von Emissionsquellen sowie durch eine geringfügige Veränderung flugbetrieblicher Streckenlängen und Lastzustände im Lande-Start-Zyklus aufgrund der Verlagerung der Schwelle, die mit geringfügigen Veränderungen der Emissionsmassen einhergehen.

Tabelle 4: Luftverkehrsaufkommen im Planfall 2030 (Schwellenlage neu) und im Nullfall 2030 (Schwellenlage alt)

Szenario	Flugbewegungen nach Flugzeugklassen								
	P1.3	P1.4	P2.1	S5.1	S5.2	H1.1	H1.2	H2.1	Summe
Planfall 2030 (Schwellen- lage neu) und Nullfall 2030 (Schwellen- lage alt)	15.820	1.300	3.112	3.840	20.458	700	3.350	250	48.830

Quelle: /16/

5.1.2 Ermittlung der Emissionen des Luftverkehrs

Bei der Ermittlung der Emissionen von Luftverunreinigungen durch den Luftverkehr sind sämtliche Betriebsphasen der Flugzeugtriebwerke bei Landung und Start zu berücksichtigen. Nach der internationalen Zivilluftfahrtorganisation (International Civilian Aviation Organisation - ICAO) ist für Flugplätze ein typischer Lande-Start-Zyklus (LTO-Zyklus) mit Landung, Rollbewegungen von der Landebahn zur Vorfeldposition und von der Vorfeldposition zur Startbahn und Startpunkt entsprechend Abbildung 3 definiert.

Die einzelnen Betriebs-/Lastzustände beinhalten folgende Flugabschnitte:

- Rollbewegungen: Taxi/Idle: Rollen des Flugzeugs vom Vorfeld zum Startpunkt bzw. vom Ende der Landebahn ins Vorfeld
- Start und Abheben: Take off: Startbeschleunigung ab Standposition bis zum Anheben auf eine Höhe von 35 ft.
- Steigphase: Climb out: Steigflug nach Beendigung des Take Off. Steigwinkel, Steiggeschwindigkeit und Triebwerksleistung bleiben bis zu einer Höhe von 1500 ft konstant. Danach erfolgt der Steigflug mit verminderter Leistung.
- Anflug: Approach: Landeflug, der den Anflug ab einer Höhe von 1500 ft, das Aufsetzen und das Rollen bis zum Ende der Landebahn beinhaltet.
- Umkehrschub: Reverse Power: Bei Strahltriebwerken wird durch geeignete Klappen der Triebwerksstrahl in Bewegungsrichtung umgelenkt, so dass er eine Verzögerung des Flugzeugs bewirkt. Bei entsprechend ausgerüsteten Propellertriebwerken können die Propellerblätter so verstellt werden, dass sie einen nach vorne gerichteten Schub erzeugen.

Die Leistungsstufen der Triebwerke bei den einzelnen Bewegungszuständen sind in Tabelle 5 zusammengestellt.

Tabelle 5: Leistungsstufen der Triebwerke bei den einzelnen Bewegungszuständen

Bewegungszustand	Engl. Fachbegriff	Leistungsstufe in %
Start und Abheben	Take off	100 %
Steigphase	Climb out	85 %
Umkehrschub	Reverse Power	85 %
Anflug	Approach	30 %
Rollen auf Rollbahn und Vorfeld	Taxi	7 %

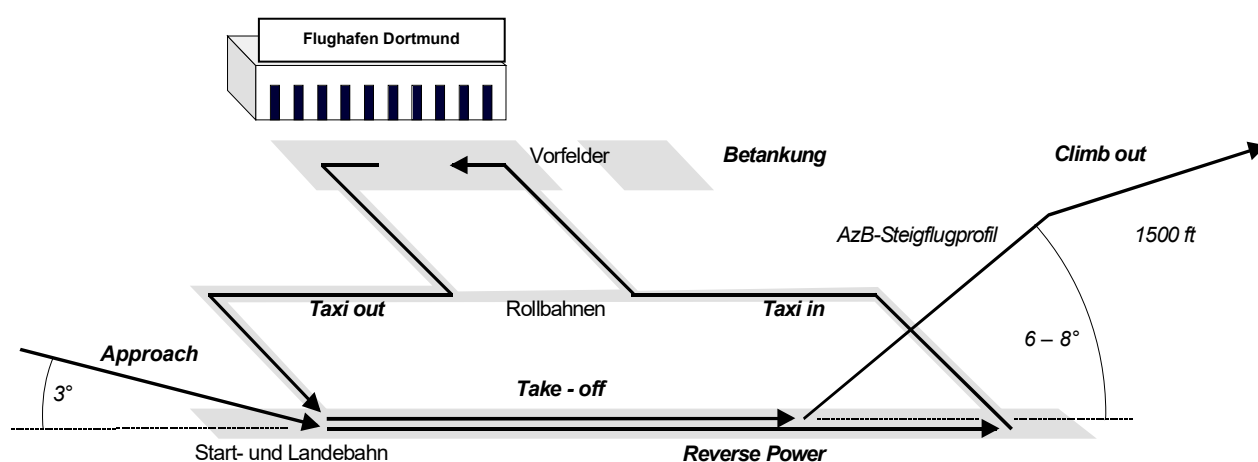


Abbildung 3: Bewegungszustände im Lande-Start-Zyklus (LTO-Zyklus)

Den verschiedenen Bewegungszuständen sind nach den Richtlinien der internationalen Zivilluftfahrtorganisation bestimmte Betriebszustände der Turbinen zugeordnet (Tabelle 5). Bei der Baumusterzulassung der Haupttriebwerke werden für diese Betriebszustände die Emissionen von Kohlenwasserstoffen, Stickoxiden und Kohlenmonoxid ermittelt und in der ICAO-Emissionsdatenbank (ICAO 2008 /19/) zusammengestellt.

Weiterhin liegen mit der FAA Aircraft Engine Emissions Database (FAEED) Emissionsdaten für kleineres Fluggerät, insbesondere Flugzeuge mit Propeller- bzw. Turboprop-Antrieb und Hubschrauber vor /20/.

Für Propellerflugzeuge wurde darüber hinaus insbesondere auf Untersuchungsergebnisse zu Emissionen von Propeller-Flugzeugen der DETEC der Schweizer Eidgenossenschaft /21/ zurückgegriffen.

Die Emissionen in den einzelnen Lastzuständen ergeben sich aus dem Treibstoffverbrauch, den Pisten- und Rollweglängen und den Rollgeschwindigkeiten. Als mittlere Rollgeschwindigkeit wurde 5 m/s angesetzt. Dieser Wert resultiert aus Erfahrungswerten von anderen Flugplätzen.

Grundsätzlich hängt das Emissionsverhalten von Triebwerken stark vom jeweiligen Lastzustand ab:

Bei optimaler Verbrennung führt die thermische NO_x -Bildung zu einem Maximum der Emissionen bei maximalem Schub, d.h. in der Startphase bei den Bewegungszuständen Take off und Climb out. Bei geringem Schub, also hauptsächlich beim Leerlauf und bei den Rollbewegungen, weisen hingegen die Produkte unvollständiger Verbrennung Kohlenmonoxid CO und Kohlenwasserstoffe HC die höchsten Emissionen auf.

Abbildung 4 veranschaulicht die Abhängigkeit der Emissionsfaktoren für CO, NO_x und THC vom relativen Schub.

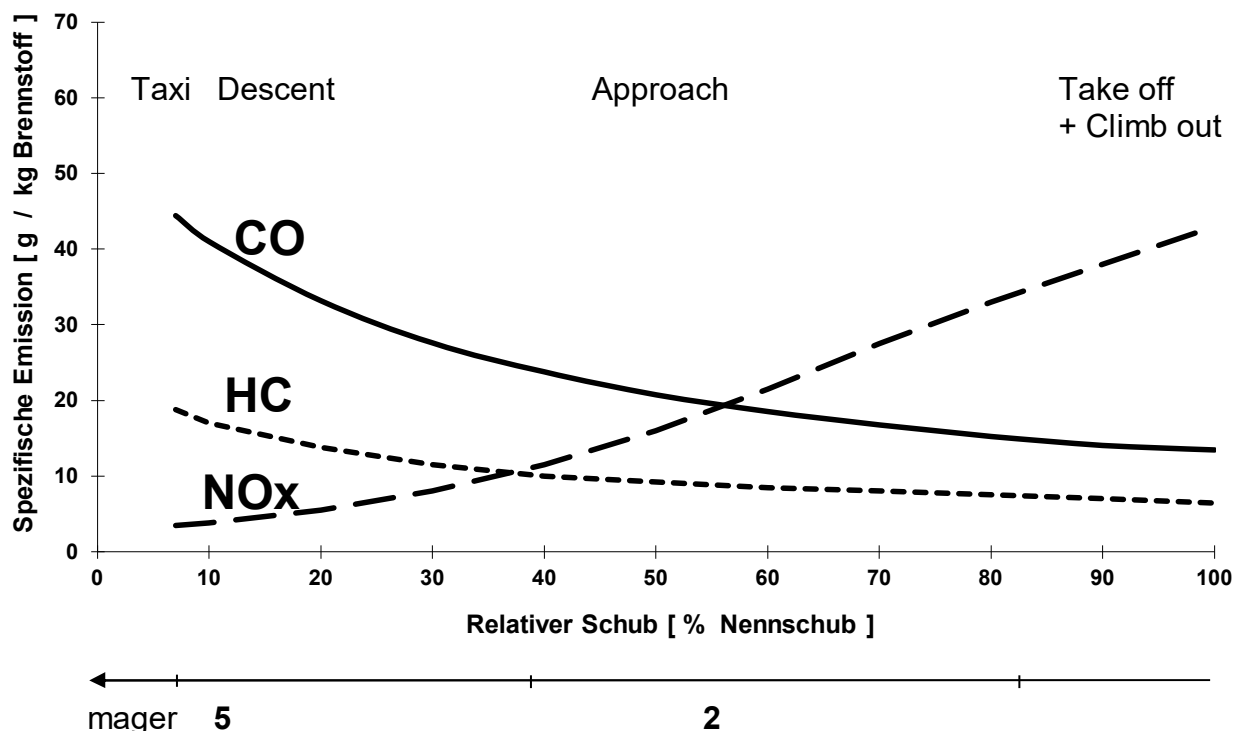


Abbildung 4: Qualitativer Verlauf der Emissionsfaktoren für Kohlenmonoxid, Stickoxide und Summe der Kohlenwasserstoffe in Abhängigkeit vom relativen Schub

Emissionsfaktoren

Für die Emissionsprognose wurden für jede Flugzeugklasse (Fluglärmgruppe) und für jeden Bewegungszustand triebwerksspezifische Emissionen auf der Grundlage der ICAO Emissionsdatenbank (ICAO 2003) /19/, der DETEC /21/ sowie des FAEED /20/ bestimmt.

Mit Hilfe der Angaben zu den triebwerksspezifischen Emissionsfaktoren der am Flughafen verkehrenden Flugzeugmuster und der Prognose des jährlichen Luftverkehrsaufkommens wurden die jahresbezogenen Emissionen der Abgaskomponenten Stickoxide, Feinstaub und Benzol ermittelt.

Stickoxide (auch Stickstoffoxide genannt) entstehen vor allem als unerwünschte Nebenprodukte bei Verbrennungsvorgängen. Dabei reagiert der Sauerstoff (O_2) der Verbrennungsluft direkt mit dem Luftstickstoff (N_2) und dem im Brennstoff gebundenen Stickstoff. Bei diesem Prozess

entsteht vorwiegend Stickstoffmonoxid (NO), das erst in der Atmosphäre allmählich in das giftigere Stickstoffdioxid (NO₂) umgewandelt wird. Die Summe von NO und NO₂ wird als NO_x bezeichnet. Stickoxide reizen und schädigen die Atmungsorgane (insbesondere Stickstoffdioxid), tragen zur Entstehung des Sauren Regens und zur Smogbildung sowie unter Einfluss von UV-Strahlung zur Ozonbildung bei.

Beim Schwebstaub ist zwischen nicht-lungengängigen (Grobstaub) und lungengängigen (Feinstaub) Fraktionen zu unterscheiden. Zur Vorsorge sind aus gesundheitlichen Gründen Feinstaubpartikel kleiner als 10 Mikrometer (PM₁₀) sowie Feinstaubpartikel kleiner als 2,5 Mikrometer (PM_{2,5}) besonders relevant. Durch Reifen-, Brems- und Pistenabrieb entstehen zusätzlich zu den Triebwerksemissionen weitere Feinstaubemissionen.

Durch Reifen-, Brems- und Pistenabrieb entstehen zusätzlich zu den Triebwerksemissionen weitere Feinstaubemissionen. Als überschlägiger Emissionsansatz für Reifen-, Bremsen- und Pistenabrieb werden 95 g PM₁₀/Flugbewegung herangezogen.

Die kanzerogene Komponente Benzol entsteht als Produkt unvollständiger Verbrennung. In erster Näherung folgen die Benzol-Emissionen den Emissionen der Gesamt-Kohlenwasserstoffe

Grundsätzlich wurden bei allen Prognosen konservative Ansätze gewählt, um mögliche Unsicherheiten in der aktuellen Datenlage und in der Entwicklung der Flugbetriebs- und Triebwerkstechnik auszugleichen.

5.1.3 Sonstiger Vorfelddbetrieb

Auf den Flugbetriebsflächen ergeben sich weitere Emissionen durch Bodenquellen, insbesondere im Bereich der Vorfelddflächen.

Dies sind insbesondere:

- der Einsatz von Hilfsaggregaten APU und GPU
- Triebwerksprobeläufe
- luftseitiger Kfz-Verkehr

5.1.3.1 Einsatz von Hilfsaggregaten

Für alle strahlgetriebenen Flugzeuge (S 5.1 und S 5.2) wird davon ausgegangen, dass im Tagzeitraum vor jedem Start und nach jeder Landung ein Hilfstriebwerk (Auxiliary Power Unit **APU**) betrieben wird. Für die Betriebsdauer werden die in der AzB08 /5/ vorgegebenen Zeiten (30 min vor dem Start und 15 min nach der Landung) angesetzt.

5.1.3.2 Triebwerksprobeläufe

Triebwerksprobeläufe finden in der Lärmschutzkabine statt.

5.1.3.3 Luftseitiger Kfz-Verkehr auf dem Flughafengelände

Des Weiteren wurde der Kfz-Verkehr auf dem Flughafengelände im Planfall 2030 (Schwellenlage neu) und im Nullfall 2030 (Schwellenlage alt) berücksichtigt. Als konservative Obergrenze des luftseitigen Kfz-Verkehrs im Bereich der Flugbetriebsflächen wurde von einem Bewegungsaufkommen von DTV 500 Kfz/d ausgegangen. Die Abschätzung basiert auf dem Verkehrsaufkommen vergleichbarer Flughäfen. Dieses Aufkommen verteilt sich zu ca. 20 % auf Pkw-Fahrten und zu jeweils ca. 40 % auf Fahrten mit leichten Nutzfahrzeugen LNF und Fahrten mit schweren Nutzfahrzeugen SNF.

Diese Annahmen zum Verkehrsaufkommen inklusive aller Versorgungsfahrten, Tankfahrten, Grünpflege- und Winterdienstfahrten, Feuerwehrfahrten etc. übertreffen den anzutreffenden luftseitigen Kfz-Verkehr auf dem Flughafen Dortmund.

Für die Verkehre innerhalb des Flughafens inklusive der Vorfeld-Kfz-Verkehre (Pkw und Lkw) und die Rollbewegungen der Flugzeuge wurde eine mittlere Geschwindigkeit von 30 km/h angenommen.

Die Emissionsfaktoren für die Fahrleistungen der Vorfeldverkehre entstammen dem Handbuch Emissionsfaktoren für den Straßenverkehr, Version (HBEFA) 4.1 /22/.

Zur Ermittlung der Kfz-Emissionen wurden maximale Wegstrecken auf den Vorfeldflächen sowie dem gesamten Flughafengelände (zu Grünpflege-, Winterdienst- und Feuerwehrzwecken) definiert.

5.1.4 Zusammenfassung der Emissionen des Luftverkehrs

Tabelle 6 fasst die flug- und flughafenbedingten Emissionen von Stickoxiden NO_x, Feinstaub PM₁₀ und Benzol am Flughafen Dortmund für den Planfall 2030 (Schwellenlage neu) und den Nullfall 2030 (Schwellenlage alt) zusammen.

Die Emissionsermittlungen umfassen die Bewegungszustände bis zu einer Flughöhe von 600 m (entsprechend der Höhenbegrenzung des LTO-Zyklusses). Emissionen oberhalb von 600 m führen in Bodennähe zu keinen Konzentrationserhöhungen im Untersuchungsgebiet.

Tabelle 6: Emissionen der Bewegungszustände und Betriebsvorgänge im Planfall 2030 (Schwellenlage neu) und im Nullfall 2030 (Schwellenlage alt)

Schadstoff/ Szenario	Planfall 2030 (Schwellenlage neu)	Nullfall 2030 (Schwellenlage alt)	Einheit
NO _x	126,1	126,6	[t/a]
Partikel *	11,0	11,1	[t/a]
Benzol	1,7	1,7	[t/a]

* Inklusive Reifen-, Bremsen- und Pistenabrieb

Die Zusammenstellung zeigt, dass sich vorhabenbedingt keine relevanten Veränderungen der des modellbezogenen Systems ergeben. Die Emissionen nehmen vorhabenbedingt lediglich um maximal 0,4 % zu. Die geringfügigen ausgewiesenen Zunahmen resultieren aus der Veränderung flugbetrieblicher Streckenlängen und Lastzustände im Lande-Start-Zyklus im Modellgebiet aufgrund der Verlagerung der Schwelle. Zudem kann auch die räumliche Verlagerung von Emissionsquellen zu einer Veränderung von Immissionsbeiträgen führen.

6 Ermittlung der Immissionskenngrößen

Zur Ermittlung der Immissionskenngrößen wird die Immissionsgesamtbelastung in modellmäßig beschreibbare Komponenten aufgelöst.

Die Gesamtbelastung für die betrachteten Jahre setzt sich demnach aus der allgemeinen Grundbelastung, den Immissionsbeiträgen des Kfz-Verkehrs im Umfeld des Flughafens Dortmund sowie des Luftverkehrs einschließlich Vorfeldbetrieb zusammen.

Schwerpunkt der vorliegenden Ausarbeitung bildet der Vergleich der Immissionsbeiträge des Luftverkehrs mit anerkannten Beurteilungskriterien.

Daher wurden die Immissionsbeiträge des Luftverkehrs detailliert durch Ausbreitungsrechnungen für die in Kapitel 5 betrachteten Emissionen des Luftverkehrs bestimmt.

Auf eine flächendeckende Ermittlung der Immissionsbeiträge des Kfz-Verkehrs auf dem übergeordneten Straßennetz wurde für die vorliegende Ausarbeitung verzichtet, da die Ermittlung der Immissionsbeiträge des Luftverkehrs aufzeigen, dass die flug- und flughafenbetriebsbedingten Immissionsbeiträge nicht maßgeblich zur Gesamtbelastung beitragen können.

Immissionsbeitrag Luftverkehr	Einfluss des Luftverkehrs im Prognosejahr 2030
Immissionsbeitrag Kfz-Verkehr	Einfluss des übergeordneten Straßennetzes im Umfeld des Flughafens im Prognosejahr 2030
(Hinter)-Grundbelastung	Allgemeine Grundbelastung ohne den Einfluss des übergeordneten Straßennetzes im Umfeld des Flughafens

Zur Charakterisierung der Langzeitbelastung wurden die Jahresmittelwerte der Immissionszusatzbelastung errechnet.

Die Kurzzeit-Beurteilungswerte wurden nach den Vorgaben zur Mittelung der jeweiligen einschlägigen Richtlinien ermittelt.

6.1 Rechengebiet, Lage der Berechnungspunkte

Die Emissionen des Luftverkehrs, die maßgeblich zu den Immissionen beitragen, werden im Wesentlichen im Bereich der bestehenden bzw. der geplanten Start-/Landebahn sowie auf den Vorfeldern und Rollwegen freigesetzt. Dabei ist zu beachten, dass bodennah freigesetzte Emissionen lufthygienisch sehr viel stärker wirksam werden als in größerer Höhe über dem Boden freigesetzte Luftverunreinigungen.

Für die Ausbreitungsrechnungen wurde ein Rechengebiet von 10 km x 7 km zugrunde gelegt. Der Flughafen Dortmund ist zentral in dem Rechengebiet gelegen.

Das Untersuchungsgebiet ist durch den südwestlichen Eckpunkt mit den Gauß-Krüger-Koordinaten Rechtswert RW 3398850 und Hochwert HW 5706750 begrenzt.

Für dieses Rechengebiet wurden die Immissionsbeiträge flächenhaft in einer horizontalen Auflösung von 50 m x 50 m ermittelt.

Zur punkthaften Beurteilung der Immissionsbeiträge des Luftverkehrs sowie der Gesamtbelastung wurden darüber hinaus im Rechengebiet 5 Immissionsorte an den nächstgelegenen schutzbedürftigen Bereichen definiert (vgl. Tabelle 1).

Das Rechengebiet und die Immissionsorte sind in Anlage 1 dargestellt.

6.2 Ausbreitungsmodell

Die Emissionsquellen des Flughafens stellen im wesentlichen Linienquellen dar.

Für die Berechnung der Immissionsbeiträge wurden diese Linienquellen in einzelne Quellpunkte aufgelöst.

Die Betriebsrichtungsverteilungen der einzelnen AzB-Klassen wurden entsprechend den Vorgaben im Datenerfassungssystem DES übernommen.

Die Quellen für die Vorfeldemissionen wurden in Form von Flächenquellen modelliert. Für die quellgruppenspezifischen Ausbreitungsmodelle wurde eine Ausbreitungsrechnung mit dem Lagrangeschen Partikelmodell (VDI 3945 Blatt 3 /10/) für den Planfall und den Nullfall durchgeführt. Verwendet wurde das Ausbreitungs-Modell LASAT, das in das Flughafenmodellsystem LASPORT integriert ist.

Der spezifischen Landnutzung innerhalb des untersuchten Gebietes wurde durch eine Berücksichtigung der jeweiligen Rauigkeitslänge Rechnung getragen.

Die Modellparameter des Lagrangeschen Ausbreitungsmodells sind zusammenfassend in Tabelle 7 dargestellt.

Tabelle 7: Modellparameter Lagrangesches Ausbreitungsmodell

Modellparameter	Flughafen Dortmund
Untersuchungsgebiet	10 km x 7 km linke untere Ecke: Gauß-Krüger RW 3398850 und HW 5706750
Räumliche Auflösung	horizontal: 50 m x 50 m
Aufpunkthöhe	1,5 m über Gelände gemäß Nr. 7, Anhang 3, TA Luft 2002

6.3 Umwandlung NO → NO₂

Da Stickstoffoxide (NO_x = Summe aus NO + NO₂) von Kraftfahrzeugen und Flugzeugen zu einem hohen Anteil in Form von NO emittiert werden, entsteht NO₂ überwiegend erst während der Ausbreitung in der Atmosphäre. Im Nahbereich von Flugbahnen und Straßen wird die NO → NO₂-Umwandlung hauptsächlich vom Ozon-Angebot bestimmt, das zu Zeiten der Verkehrsspitzen (beim Kfz-Verkehr: Morgen- und Abendstunden) meist vergleichsweise niedrig ist.

Die chemische Umsetzung von NO zu NO₂ wurde über stabilitätsabhängige Umsetzungsraten nach VDI-Richtlinie 3782 Blatt 1 berücksichtigt.

Die Angaben zu den Stickoxid-Emissionen der Luftfahrzeuge lagen lediglich für die Summe NO_x vor. Für die Ausbreitungsberechnungen, bei denen die Umwandlung von NO nach NO₂ berücksichtigt wurde, mussten die Emissionsstärken getrennt nach NO und NO₂ angegeben werden. Sie wurden für alle Quellen auf einen anfänglichen Massenanteil von 15 % NO₂ in NO_x für Flugzeugemissionen angesetzt.

6.4 Ermittlung des Immissionsbeitrages PM_{2,5}

Orientierende Ergebnisse von PM_{2,5}-Immissionsmessungen liegen an Luftmessstationen der LANUV bereits vor. Für eine konservative Abschätzung wird derzeit von einem PM_{2,5}-Anteil an den PM₁₀-Immissionen von maximal ca. 80 % ausgegangen.

Zur überschlägigen Ermittlung der Immissionssituation für PM_{2,5} wird im Weiteren daher dieser funktionale Zusammenhang verwendet.

7 Immissionsbelastung

Die Immissionsbelastung setzt sich aus der allgemeinen Grundbelastung (Immissionshintergrundbelastung) sowie den Immissionsbeiträgen des Flug- und Flughafenbetriebs des Flughafens Dortmund zusammen.

7.1 Immissionshintergrundbelastung

Die Immissionsgrundbelastung im Jahresmittelwert wurde aus frei zugänglichen Daten des Luftqualitätsüberwachungsmessnetzes Nordrhein-Westfalen (LUQS) ermittelt.

Ca. 8 km östlich des Flughafens befindet sich die Station Unna-Königsborn, Palaiseaustraße, die in vorstädtischem Gebiet liegt und als Hintergrundmessstation Daten zur Immissionsbelastung liefert. Die Station steht auf einem Schulgelände innerhalb eines Wohngebietes, etwa 1,5 km nördlich des Stadtzentrums Unna. Etwa 2 km südöstlich befindet sich ein Gewerbegebiet. Die BAB 1 verläuft östlich.

Darüber hinaus befindet sich ca. 10 km nordwestlich des Flughafens die städtisch geprägte Station Dortmund-Eving. Die Station steht auf einem unbefestigten Parkplatz in einer Nebenstraße der B 54, ca. 3 km nördlich des Stadtkerns. Ca. 50 m westlich verläuft die B 54 von Süd nach Nord. Im direkten Stationsumfeld befinden sich mehrere Kfz-Betriebe. Im weiteren Umfeld befinden sich zahlreiche Gewerbebetriebe. Die Dortmunder Hafenanlagen liegen etwa 1 km südwestlich.

Aufgrund ihrer Lage und der Charakteristik (Gebietstyp und Stationstyp) stellen die beiden Stationen eine geeignete Grundlage für die Abschätzung der Immissionsgrundbelastung der schutzbedürftigen Nutzungen im Umfeld um den Flughafen Dortmund dar.

An beiden Messstationen werden keine Benzol-Messungen durchgeführt. Zur Abschätzung der Immissionshintergrundbelastung wird daher auf Daten der Messstation Dortmund-Brackeler Straße zurückgegriffen. Der Messcontainer steht nordöstlich des Stadtkerns auf dem Parkstreifen einer stark befahrenen, in Ost-West-Richtung verlaufenden Straße. Die Brackeler Straße ist beidseitig durchgehend mit mehrgeschossigen Wohn- und Geschäftshäusern bebaut. Im Norden und Osten schließen sich auf den ehemaligen Hüttenanlagen der Fa. Krupp-Hoesch zahlreiche Gewerbegebiete an. Bei der Station handelt es sich um eine Verkehrsmessstation in städtischem Gebiet. Diese Daten stellen daher eine konservative obere Abschätzung der Hintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet dar.

Der Abschätzung der Immissionsgrundbelastung liegen Daten zur Luftschadstoffsituation an den beiden Stationen aus den Jahren 2014 bis 2019 vor.

In nachfolgender Tabelle 8 sind die Immissionskenngrößen für die Schadstoffkomponenten Stickstoffdioxid NO₂, Feinstaub PM₁₀/PM_{2,5} und Benzol der Messstationen dargestellt.

Tabelle 8: Immissionskenngrößen (Hintergrundbelastung) aus dem Messnetz des LANUV

	Unna Königsborn			Dortmund Eving		
GK RW/HW	3409468/5713364			2601164/5712387		
Entfernung	ca. 8 km (östlich)			ca. 10 km (nordwestlich)		
Umgebung	vorstädtisches Gebiet			städtisches Gebiet		
Stationsart	Hintergrund			Hintergrund		
Stickstoffdioxid NO ₂						
	JMW [µg/m³]	Max SMW [µg/m³]	SMW Ü 200	JMW [µg/m³]	Max SMW [µg/m³]	SMW Ü 200
2014	21	103	0	28	99	0
2015	21	88	0	27	97	0
2016	22	111	0	27	101	0
2017	21	83	0	27	104	0
2018	20	101	0	25	97	0
2019	18	102		24	87	0
Mittelwert/ Anteil am Beurteilungswert	21/ 51 %	-*	-*	26 / 66 %	-*	-*
Beurteilungswert***	40	-*	18	40	-*	18
Feinstaub PM10						
	JMW [µg/m³]	TMW Ü 50 [Anzahl]		JMW [µg/m³]	TMW Ü 50 [Anzahl]	
2014	-**	-**		20	10	
2015	-**	-**		20	10	
2016	-**	-**		19	8	
2017	-**	-**		20	12	
2018	-**	-**		20	6	
2019	-**	-**		18	2	
Mittelwert/ Anteil am Beurteilungswert	-**	-**		20/ 49 %	-*	
Beurteilungswert***	40	35		40	35	
Feinstaub PM2,5						
	JMW [µg/m³]			JMW [µg/m³]		
2014	14			15		
2015	13			14		
2016	12			13		
2017	12			14		
2018	12			14		
2019	11			12		
Mittelwert/ Anteil am Beurteilungswert	12/ 49 %			14/ 55 %		
Beurteilungswert***	25					

Dortmund Brackeler Straße	
2603009/5710938 ca. 8 km (nordwestlich) städtisches Gebiet Verkehr	
Benzol	
	JMW [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
2014	1,7
2015	1,5
2016	1,5
2017	1,5
2018	1,5
2019	- **
Mittelwert/ Anteil am Beurteilungswert	1,5/ 31 %
Beurteilungswert***	5

* nicht relevant ** nicht erfasst *** Beurteilungswert TA Luft/39. BImSchV

JMW Jahresmittelwert Max Jahresmaximalwert SMW Stundenmittelwert TMW Tagesmittelwert
 Ü 50 Überschreitungen 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Die Zusammenstellung der Daten zur Grundbelastung der betrachteten Immissionsmessstationen des LANUV zeigen, dass die Jahresmittelwerte für alle betrachteten Schadstoffkomponenten die Beurteilungswerte für die Langzeitbelastung der TA Luft bzw. der 39. BImSchV deutlich unterschreiten.

Der maximale Beurteilungswertanteil beträgt 66 % für Stickstoffdioxid NO_2 an der Station Dortmund-Eving. Für Feinstaub PM_{10} beträgt der maximale Anteil der Grundbelastung am Beurteilungswert/39. BImSchV 49 %, für $\text{PM}_{2,5}$ 55% und für Benzol 31%.

7.2 Immissionsbeiträge durch den Flug- und Flughafenbetrieb

Maßgebend für die flug- und flughafenbedingten Immissionsbeiträge in der Nähe von schutzbedürftigen Nutzungen sind insbesondere die bodennahen Emissionen auf den Flugbetriebsflächen. Emissionen in größeren Flughöhen ab 300 m tragen nur noch sehr gering zu den Immissionsbeiträgen bei. Emissionen in Flughöhen > 900 m können am Boden nicht mehr zu einer Konzentrationserhöhung beitragen. Vorsorglich wurde die Höhe des Rechengebietes deshalb mit 900 m angesetzt.

Die Ergebnisse der Luftschadstoffuntersuchung sind für die betrachteten Immissionsorte (schutzbedürftige Nutzungen Immissionsorte 1-5) und die untersuchten Szenarien in der nachfolgenden der Tabelle 9 zusammengestellt.

Die räumliche Ausbreitung der flug- und flughafenbedingten Emissionen ist für die Schadstoffe Stickstoffdioxid (NO_2) und Feinstaub PM_{10} für den Planfall 2030 (Schwellenlage neu) den Anlagen 2 und 3 zu entnehmen.

Tabelle 9: Immissionskenngrößen in den umliegenden schutzbedürftigen Nutzungen

Schadstoff/ Kenngröße				IO1		IO2		IO3		IO4		IO5		Einheit
				Steinbrinkstr. Wickede - Wohnbaufläche		Zeche-Norm-Str. Wickede - In- dustriegebiet		Bergstr. Obermassen		Chaussee/L821 - Gewerbe-/In- dustriegebiet		Zur Alten Wind- mühle Holzwi- ckede		
				P0	PLAN	P0	PLAN	P0	PLAN	P0	PLAN	P0	PLAN	
Stickstoff- dioxid NO ₂	JMW	Beitrag Flug- und Flug- hafenbetrieb/ Anteil am IGW	IJZ _a	0,6/ 1,5%	0,6/ 1,5%	0,7/ 1,8%	0,7/ 1,8%	0,4/ 1,0%	0,4/ 1,0%	1,0/ 2,5%	1,0/ 2,5%	1,0/ 2,5%	1,0/ 2,5%	µg/m ³
		Hintergrundbelastung	IV _a	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	µg/m ³
		Summe IJZ + IV/ Anteil am IGW	IG _a	26,6/ 66%	26,6/ 66%	26,7/ 66%	26,7/ 66%	26,4/ 66%	26,4/ 66%	27,0/ 66%	27,0/ 66%	27,0/ 66%	27,0/ 66%	µg/m ³
Feinstaub PM10	JMW	Beitrag Flug- und Flug- hafenbetrieb / Anteil am IGW	IJZ _a	0,4/ 1,0%	0,4/ 1,0%	0,6/ 1,5%	0,6/ 1,5%	0,2/ 0,5%	0,3/ 0,8%	0,8/ 2,0%	0,8/ 2,0%	0,4/ 1,0%	0,4/ 1,0%	µg/m ³
		Hintergrundbelastung	IV _a	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	µg/m ³
		Summe IJZ + IV/ Anteil am IGW	IG _a	20,4/ 51%	20,4/ 51%	20,6/ 52%	20,6/ 52%	20,2/ 51%	20,3/ 51%	20,8/ 52%	20,8/ 52%	20,4/ 51%	20,4/ 51%	µg/m ³
Feinstaub PM2,5	JMW	Beitrag Flug- und Flug- hafenbetrieb / Anteil am IGW	IJZ _a	0,3/ 1,3%	0,3/ 1,3%	0,5/ 1,9%	0,5/ 1,9%	0,2/ 0,6%	0,2/ 1,0%	0,6/ 2,6%	0,6/ 2,6%	0,3/ 1,3%	0,3/ 1,3%	µg/m ³
		Hintergrundbelastung	IV _a	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	µg/m ³
		Summe IJZ + IV/ Anteil am IGW	IG _a	14,3/ 56%	14,3/ 56%	14,5/ 57%	14,5/ 57%	14,2/ 55%	14,2/ 56%	14,6/ 59%	14,6/ 59%	14,3/ 56%	14,3/ 56%	µg/m ³
Benzol	JMW	Beitrag Flug- und Flug- hafenbetrieb / Anteil am IGW	IJZ _a	0,04/ 0,1%	0,04/ 0,1%	0,07/ 0,2%	0,08/ 0,2%	0,03/ 0,1%	0,03/ 0,1%	0,12/ 0,3%	0,12/ 0,3%	0,05/ 0,1%	0,05/ 0,1%	µg/m ³
		Hintergrundbelastung	IV _a	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	µg/m ³
		Summe IJZ + IV/ Anteil am IGW	IG _a	1,54/ 62%	1,54/ 62%	1,57/ 63%	1,58/ 63%	1,53/ 61%	1,53/ 61%	1,62/ 65%	1,62/ 65%	1,55/ 62%	1,55/ 62%	µg/m ³

IJZ_a Immissionszusatzbelastung durch Flug- und Flughafenbetrieb im Jahresmittel
 IG_a Immissionsgesamtbelastung im Jahresmittel
 V_a Immissionshintergrundbelastung im Jahresmittel
 % IGW Anteil am Immissionsgrenzwert

Insgesamt ergibt sich für die Immissionsbeiträge durch den Flug- und Flughafenbetrieb:

- Die **vorhabenbedingten Auswirkungen sind vernachlässigbar**. An den schutzbedürftigen Nutzungen ergeben sich keine relevanten Veränderungen der Immissionsbeiträge als Differenz zwischen Planfall 2030 (Schwellenlage neu) und Nullfall 2030 (Schwellenlage alt).
- Im Planfall 2030 (Schwellenlage neu) unterschreiten die **Immissionsbeiträge zur Langzeitbelastung durch den Flug- und Flughafenbetrieb** für die Schadstoffe Feinstaub PM10 und PM2.5, Stickstoffdioxid und Benzol selbst an den höchstbeaufschlagten schutzbedürftigen Nutzung die Irrelevanzschwellen (3 % der jeweiligen Beurteilungswerte) **und sind daher als irrelevant zu bezeichnen**.
- Zur Bewertung der Immissionskenngrößen der Kurzzeitbelastung gibt Nr. 4.7 der TA Luft Hinweise.

Die Einhaltung des **Immissions-Tageswertes** für **Feinstaub** ist dabei auf jeden Fall sichergestellt, wenn

- 1.) die Kenngröße der Vorbelastung im Jahresmittel ≤ 90 % des Immissions-Jahreswertes ist und
- 2.) der Tagesmittelwert der Vorbelastung die zulässige Überschreitungshäufigkeit des Immissions-Tageswertes zu maximal 80 % erreicht und
- 3.) sämtliche für alle Aufpunkte berechneten Tageswerte der Zusatzbelastung nicht größer sind, als es der Differenz zwischen dem Immissions-Tageswert ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für Feinstaub) und dem Immissions-Jahreswert ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für Feinstaub) entspricht (Differenz $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Zu 1.): Der Anteil der Vorbelastung für Feinstaub am Immissions-Jahreswert beträgt 49 % und ist damit jeweils deutlich ≤ 90 % des Immissions-Jahreswertes.

Zu 2.): Der Tagesmittelwert von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für Feinstaub wird in der Vorbelastung für die Jahre 2014-2019 jeweils zwischen 2 und 12 mal überschritten (Station Dortmund-Eving). Die Überschreitungshäufigkeit des Immissions-Tageswertes ist damit geringer als zulässig (< 80 %).

Zu 3.): Der Maximalwert der Zusatzbelastung für Feinstaub im Tagesmittel ist in allen schutzbedürftigen Nutzungen im Umfeld des Flughafens im Planfall 2030 (Schwellenlage neu) $\leq 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Eine Überschreitung von **Kurzzeit-Beurteilungswerten im Tagesmittel** aufgrund der Immissionsbeiträge des Flughafens Dortmund ist daher nicht zu erwarten.

Die Einhaltung des **Immissions-Stundenwertes** für **Stickstoffdioxid** ist nach Nr. 4.7 der TA Luft auf jeden Fall sichergestellt, wenn

- 1.) die Kenngröße der Vorbelastung im Jahresmittel < 90 % des Immissions-Jahreswertes ist und
- 2.) der Stundenmittelwert der Vorbelastung die zulässige Überschreitungshäufigkeit des Immissions-Stundenwertes zu maximal 80 % erreicht und

- 3.) sämtliche für alle Aufpunkte berechneten Tageswerte der Zusatzbelastung nicht größer sind, als es der Differenz zwischen dem Immissions-Stundenwert ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und dem Immissions-Jahreswert ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) entspricht (Differenz $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Zu 1.): Der Anteil der Vorbelastung für Stickstoffdioxid am Immissions-Jahreswert ist $\leq 90 \%$ des Immissions-Jahreswertes.

Zu 2.): Der Stundenmittelwert von $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für Stickstoffdioxid wird in der Vorbelastung für die Jahre 2014-2019 nicht überschritten (Station Dortmund-Eving).

Die Überschreitungshäufigkeit des Immissions-Stundenwertes ist damit geringer als zulässig ($< 80 \%$).

Zu 3.): Der Maximalwert der Zusatzbelastung für Stickstoffdioxid im Stundenmittel beträgt im Planfall 2030 (Schwellenlage neu) $\leq 160 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Eine Überschreitung von **Kurzzeit-Beurteilungswerten im Stundenmittel** aufgrund der Immissionsbeiträge des Flughafens Dortmund ist daher nicht zu erwarten.

In Hinblick auf die Gesamtbelastung (Langzeitbelastung) zeigt sich:

- Die Kenngrößen der Gesamtbelastung aus Hintergrundbelastung und Immissionsbeitrag des Flug- und Flughafenbetriebes unterschreiten für alle betrachteten Schadstoffe die jeweiligen Beurteilungswerte. Der höchste Beurteilungswertanteil ist für den Schadstoff Stickstoffdioxid NO_2 mit einem Anteil von ca. 66 % am Immissionswert zur Langzeitbelastung der TA Luft/ 39. BImSchV von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Insbesondere im Umfeld von Hauptverkehrsstraßen können punktuell von diesen großräumigen Hintergrundbelastungen abweichende Immissionskonzentrationen auftreten. Auf eine flächendeckende Ermittlung der Immissionsbeiträge des Kfz-Verkehrs auf dem übergeordneten Straßennetz wurde für die vorliegende Ausarbeitung verzichtet.

In Anbetracht der irrelevanten Immissionsbeiträge sind auch für die Gesamtbelastung keine Überschreitungen der jeweiligen Beurteilungswerte aufgrund der Emissionen durch den Flug- und Flughafenbetrieb zu erwarten.

8 Zusammenfassende Beurteilung

Am Flughafen Dortmund soll die Schwelle 24 an das östliche Bahnende verlegt werden, um zukünftig eine Landestrecke in der Haupt-Betriebsrichtung von 2.000 m ausweisen zu können.

Die Maßnahme ist nicht mit einer Zunahme des Flugverkehrsaufkommens verbunden. Die Veränderung flugbetrieblicher Streckenlängen und Lastzustände im Lande-Start-Zyklus im Modellgebiet aufgrund der Verlagerung der Schwelle sowie die räumliche Verlagerung von Emissionsquellen führen insgesamt nur zu unerheblichen Veränderungen der Immissionsbeiträge.

Insgesamt ergibt sich für die Maßnahme hinsichtlich der Immissionsbeiträge durch den Flug- und Flughafenbetrieb:

- Die **vorhabenbedingten Auswirkungen sind vernachlässigbar**. An den schutzbedürftigen Nutzungen ergeben sich keine relevanten Veränderungen der Immissionsbeiträge als Differenz zwischen Planfall 2030 (Schwellenlage neu) und Nullfall 2030 (Schwellenlage alt).
- Im Planfall 2030 (Schwellenlage neu) unterschreiten die **Immissionsbeiträge zur Langzeitbelastung durch den Flug- und Flughafenbetrieb** für die Schadstoffe Feinstaub PM10 und PM2.5, Stickstoffdioxid und Benzol selbst an den höchstbeaufschlagten schutzbedürftigen Nutzung die Irrelevanzschwellen (3 % der jeweiligen Beurteilungswerte) **und sind daher als irrelevant zu bezeichnen**.
- Eine Überschreitung des **Kurzzeit-Beurteilungswertes für Feinstaub im Tagesmittel** aufgrund der Immissionsbeiträge des Flughafens Dortmund ist nach einer Auswertung der Ergebnisse der Immissionsprognose nach Nr. 4.7 der TA Luft nicht zu erwarten.
Ebenso ist die Einhaltung des **Kurzzeit-Beurteilungswertes für Stickstoffdioxid** nach Nr. 4.7 der TA Luft sichergestellt.

In Hinblick auf die Gesamtbelastung (Langzeitbelastung) zeigt sich:

- Die Kenngrößen der Gesamtbelastung aus Hintergrundbelastung und Immissionsbeitrag des Flug- und Flughafenbetriebes unterschreiten für alle betrachteten Schadstoffe die jeweiligen Beurteilungswerte. Der höchste Beurteilungswertanteil ist für den Schadstoff Stickstoffdioxid NO₂ mit einem Anteil von ca. 66 % am Immissionswert zur Langzeitbelastung der TA Luft/ 39. BImSchV von 40 µg/m³.

Insbesondere im Umfeld von Hauptverkehrsstraßen können punktuell von diesen großräumigen Hintergrundbelastungen abweichende Immissionskonzentrationen auftreten. Auf eine flächendeckende Ermittlung der Immissionsbeiträge des Kfz-Verkehrs auf dem übergeordneten Straßennetz wurde für die vorliegende Ausarbeitung verzichtet.

In Anbetracht der irrelevanten Immissionsbeiträge sind auch für die Gesamtbelastung keine Überschreitungen der einschlägigen Beurteilungswerte aufgrund der Emissionen durch den Flug- und Flughafenbetrieb zu erwarten. Die lufthygienische Situation verändert sich durch die Verlegung der Landeschwelle 24 an den östlichen Bahnbeginn nicht.

Ingenieurbüro Dr. Dröscher



Dr.-Ing. Frank Dröscher

Öffentlich bestellter und vereidigter
Sachverständiger für Immissionsschutz
- Ermittlung und Bewertung von
Luftschadstoffen, Gerüchen und Geräuschen -



Dipl.-Geogr. Markus Faiß

9 Literatur

Rechtsquellen:

- /1/ TA Luft (2002): Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundesimmissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft 2002) vom 24. Juli 2002 (GMBI. S. 511).
- /2/ Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) vom 15. März 1974 in der Fassung vom 14. Mai 1990 (BGBl. I S.886), i. d. F. vom 26. September 2002 (BGBl. I S. 3830).
- /3/ 39. BImSchV (2010): Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen vom 2. August 2010 (BGBl. I S. 1065), die zuletzt durch Artikel 2 der Verordnung vom 18. Juli 2018 (BGBl. I S. 1222) geändert worden ist.
- /4/ LuftVG (2007): Luftverkehrsgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 10. Mai 2007 (BGBl. I S. 698), zuletzt geändert durch Artikel 9 Abs. 20 des Gesetzes vom 23. November 2007 (BGBl. I S. 2631).
- /5/ Anleitung zur Berechnung von Lärmschutzbereichen (AzB) vom 19. November 2008 (BAnz. Nr. 195a vom 23. Dezember 2008)
- /6/ EU-Richtlinie (2008): Richtlinie 2008/50/EG des Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft in Europa (Abl. Nr. L152/1 vom 11.6.2008).

Normen und Richtlinien:

- /7/ VDI (1992), VDI Richtlinie 3783, Blatt 1: Ausbreitung von Luftverunreinigungen in der Atmosphäre.
- /8/ VDI-Richtlinie 2310, (1974): Maximale Immissions-Werte, Beuth-Verlag Berlin.
- /9/ VDI-Richtlinie 3782 Blatt 8 (1998): „Umweltmeteorologie – Ausbreitungsrechnung für Kfz-Emissionen. Entwurf. Beuth-Verlag Berlin.
- /10/ VDI-Richtlinie 3945, Blatt 3 (2000): Umweltmeteorologie - Atmosphärische Ausbreitungsmodelle-. Beuth-Verlag Berlin.
- /11/ VDI-Richtlinie 3894, Blatt 1: „Emissionen und Immissionen aus Tierhaltungsanlagen. Halungsverfahren und Emissionen – Schweine, Rinder, Geflügel, Pferde“, Beuth Verlag Berlin (09/2011).
- /12/ VDI-Richtlinie 3782, Blatt 1 „Umweltmeteorologie – Atmosphärische Ausbreitungsmodelle – Gaußsches Fahnenmodell für Pläne zur Luftreinhaltung“, Beuth Verlag Berlin (12/2001)
- /13/ VDI Richtlinie 3787 Blatt 5: „Umweltmeteorologie – Lokale Kaltluft“. Beuth-Verlag Berlin (12/2003).

Vorhabensspezifische Daten- und Informationsquellen

- /14/ PROJECT:airport GmbH: Lageplan Verlegung der Schwelle 24 um 300 m in Richtung Osten, M 1:2.500, 30.03.2020

- /15/ Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV): Stationen und Messwerte 2014-2019, www.LANUV.NRW.de.
- /16/ Airport Research Center (ARC): Prognose des Luftverkehrsaufkommens für das Jahr 2030, Gutachten im Auftrag der Flughafen Dortmund GmbH. Aachen, 16. Dezember 2016.
- /17/ Airport Research Center (ARC): Auswirkungen der Verschiebung der Schwelle Ost um 300 m auf die Ergebnisse der Verkehrsprognose 2030. Qualitative gutachterliche Stellungnahme im Auftrag der Flughafen Dortmund GmbH. Aachen, 21. Februar 2020.

Sonstige Quellen

- /18/ AUSTAL2000 (2002): Entwicklung eines modellgestützten Beurteilungssystems für den anlagenbezogenen Immissionsschutz – Austal 2000 Programmbeschreibung zur Version 1.0 UFO-PLAN- Forschungskennzahl 20043 256, Hrsg.: Umweltbundesamt Berlin (2002).
- /19/ International Civil Aviation Organization ICAO Engine Exhaust Emission Data Bank (1995-2008): DOC 9646 - AN 943.
- /20/ Federal Administration Aviation FAA (1995): FAA Aircraft Engine Emissions Database (FAEED), AP-42 (EPA).
- /21/ Schweizerische Eidgenossenschaft, Federal Department of the environment, transport, energy and communications DETEC, Federal office of civil aviation FOCA/BAZL: Aircraft piston engine emissions, FOCA engine emissions database.
- /22/ INFRAS/Umweltbundesamt: Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA) Version 4.1, 2019.

Anlagen

Anlage 1

Repräsentativitätsprüfung AKTerm Werl (DWD) 2009-2018

Selektion Repräsentatives Jahr nach VDI 3783 Blatt 20

Datenbasis: Stunden-Jahres-Zeitreihen einer Station des Deutschen Wetterdienstes (DWD)

Methode: Summe der Fehlerquadrate von Windrichtung (12 Sektoren) und Windgeschwindigkeit (9 Klassen) mit 3-facher Gewichtung der Windrichtung

Station: 05480 Werl (NRW)

Jahre: 2009 - 2018

Koordinaten: N51.5763, E007.8879

Stationshöhe: 85 m ü.NN

Messhöhe: 10 m

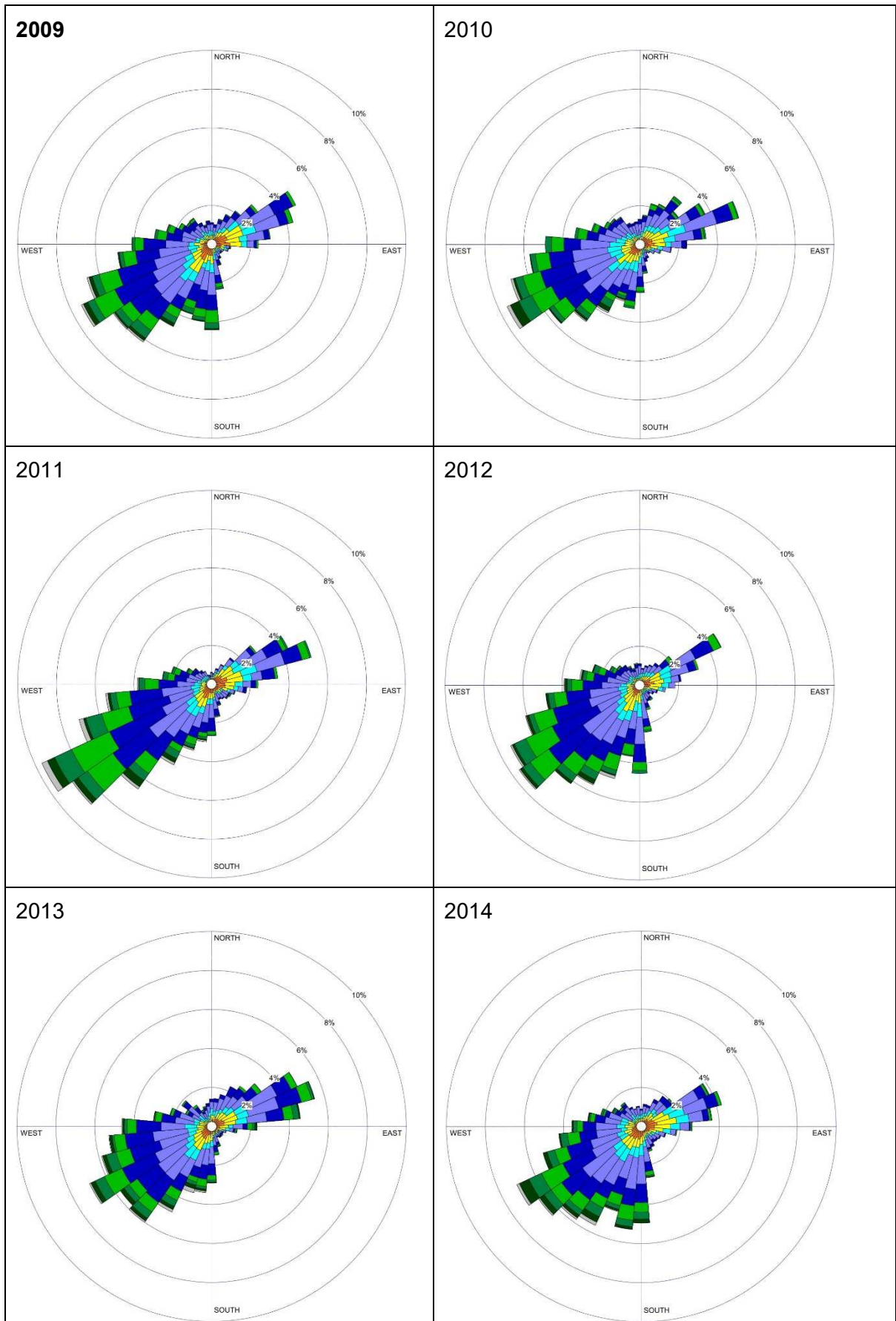
Das Abweichungsmaß von den mittleren Verhältnissen ist je Jahr für einen Parameter darstellbar als:

$$A_n = \sum (p_{m,i} - p_{n,i})^2$$

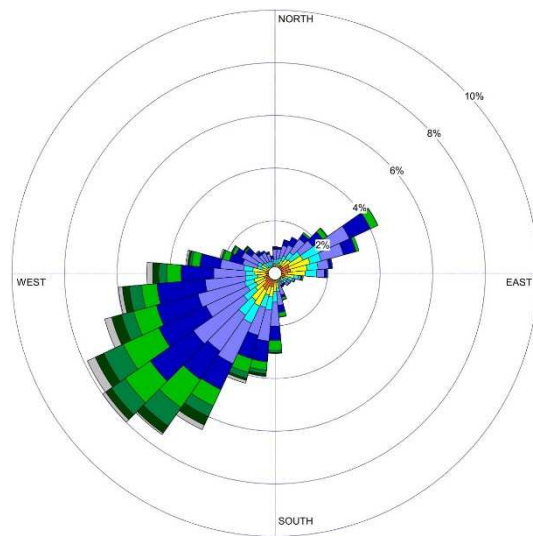
mit p_x Häufigkeit je Sektor/Klasse
 m langjähriges Mittel
 i Windrichtungssektor (12) oder Windgeschwindigkeitsklasse (9)
 n Einzeljahr

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Reihenfolge der Einzeljahre mit getrennter Sortierung je Parameter (Windrichtung und Windgeschwindigkeit) nach aufsteigendem Wert des (auf den kleinsten Wert mit 100) normierten Abweichungsmaßes. In den Werten der Beurteilungsgröße spiegelt sich die 3-fache Gewichtung der Abweichungsmaße für die Windrichtung wider. Die Jahresmittelwerte der Windgeschwindigkeit sind in m/s angegeben; das langjährige Mittel beträgt 2,8 m/s.

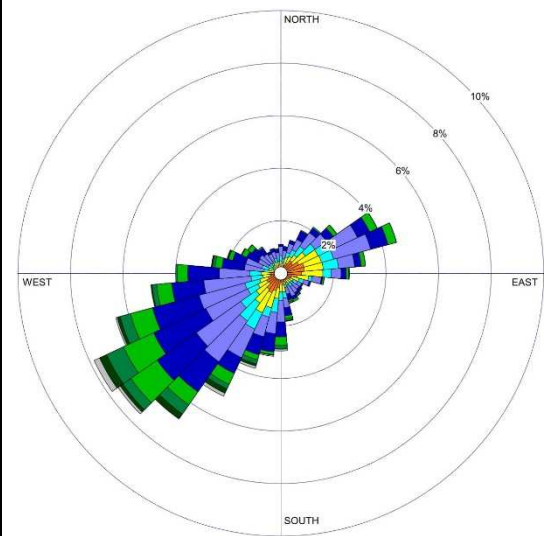
Jahr	Abweichungen vom langjährigen Mittel			
	Abweichungsmaß Windrichtung (normiert auf 100)	Abweichungsmaß Windgeschwindigkeit (normiert auf 100)	Beurteilungsgröße	Jahresmittelwert der Windgeschwindigkeit in m/s
2009	132	235	128	3,2
2010	358	394	298	3,2
2011	417	321	319	3,4
2012	397	395	321	3,1
2013	418	142	283	3,3
2014	456	488	376	3,2
2015	364	200	262	3,6
2016	100	193	100	3,2
2017	429	100	281	3,4
2018	706	464	524	3,1



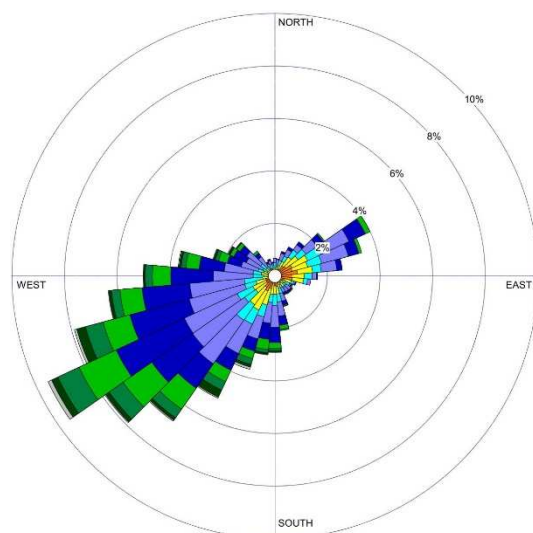
2015



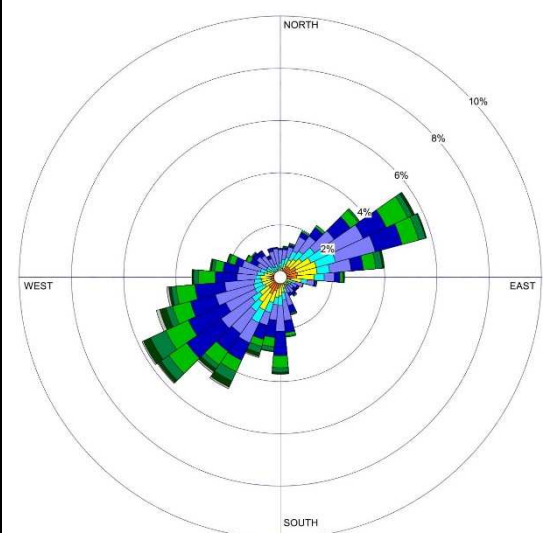
2016



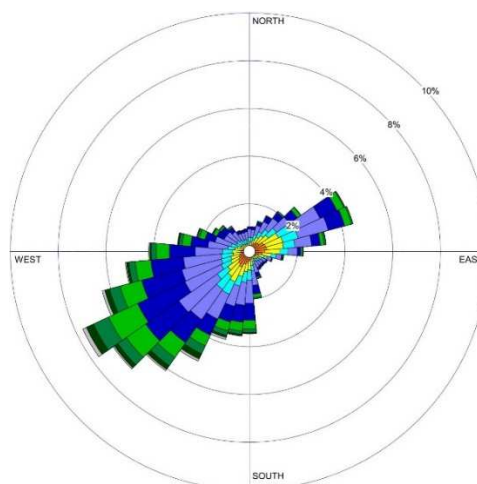
2017



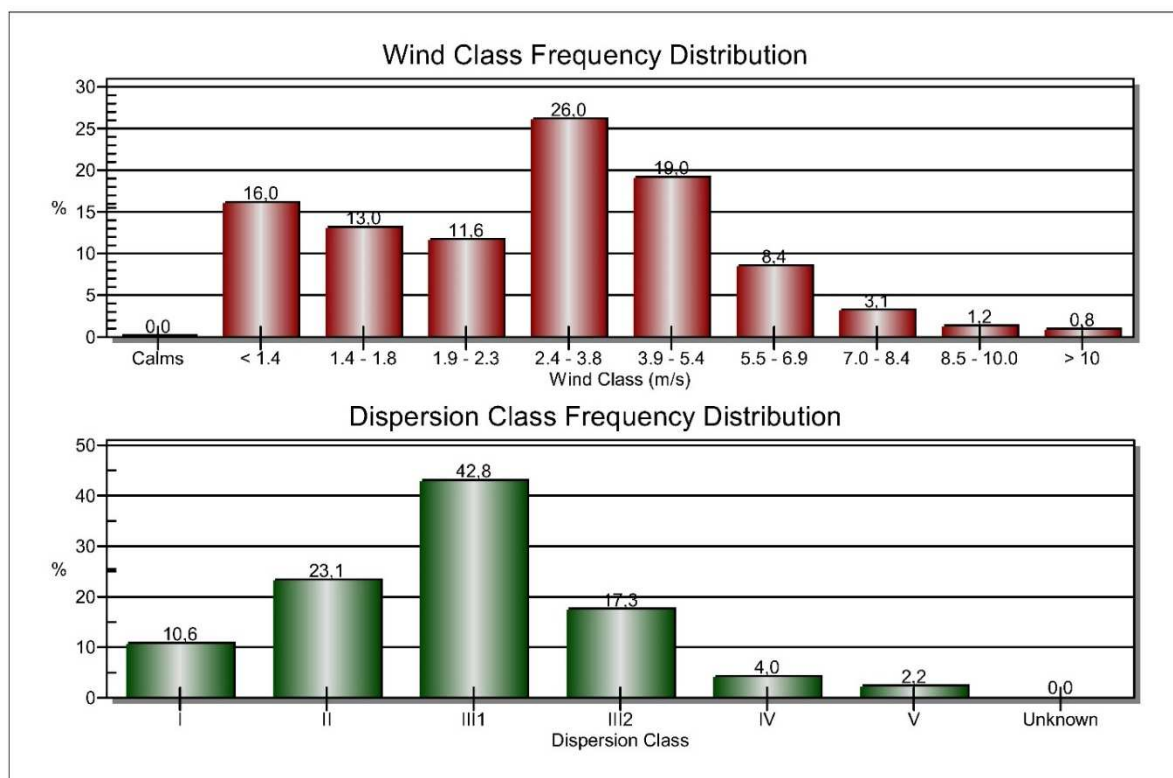
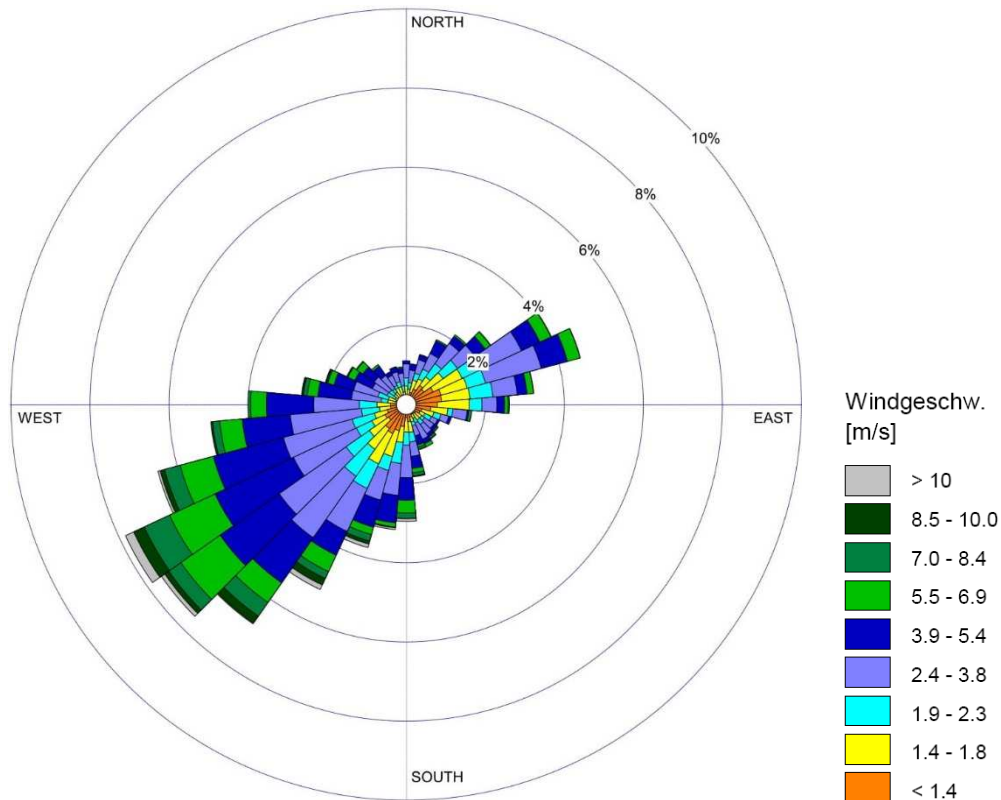
2018



Gesamt 2009-2018



Die Repräsentativität der Einzeljahre gilt als umso größer je geringer die Abweichung vom Mittel ist. Die Auswahl für Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft fällt hier auf das Jahr 2016.



Anlagen 2 - 4

**Rechengebiet
und Immissionsorte sowie
Ergebnisse der
Ausbreitungsberechnungen**

