

G

Gutachten

G 2 Teil C5-8

Umweltverträglichkeitsstudie

C Raumanalyse und Auswirkungsprognose

Kapitel 5 - 8

Erstellt von:

ARGE BAADER-BOSCH
44629 Herne, 91710 Gunzenhausen

5 Schutzgut Boden

Boden im Sinne des Bundes-Bodenschutzgesetzes (BBodSchG) ist die obere Schicht der Erdkruste, soweit sie Träger von im BBodSchG § 2 (2) genannten Bodenfunktionen ist, die in die Bereiche natürliche Funktionen, Funktionen als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte sowie Nutzungsfunktionen unterteilt werden können. Zum Boden gehören nach BBodSchG § 2 (1) neben den festen Bestandteilen die flüssigen Bestandteile (Bodenlösung) und die gasförmigen Bestandteile (Bodenluft). Die festen Bestandteile des Bodens setzen sich aus unverfestigten mineralischen Bestandteilen und organischem Material zusammen. Vor allem der Oberboden, auf den sich in der Regel das organische Material konzentriert, enthält Bodenlebewesen und dient als Standort für Pflanzen.

Boden steht als komplexes Gut in einem besonderen Spannungsverhältnis von natürlichen und gesellschaftlichen Leistungen. Im Sinne des Bodenschutzes wird Boden auch als Untergrund, Lagerstätte, Ablagerungsfläche sowie als Standort für bestimmte Nutzungen (z. B. Landwirtschaft, Siedlungsflächen) verstanden. Im Rahmen der folgenden Ermittlung von Umweltauswirkungen auf Böden durch das Ausbauprogramm Flughafen Frankfurt Main wird allerdings vorrangig der Charakter des Bodens als ökologisches, belebtes Medium angesprochen (vgl. STORM U. BUNGE 1990).

Um im Rahmen des Variantenvergleichs möglichst geeignete und vergleichbare Kriterien zu erhalten, werden die Raumanalyse und die Auswirkungsprognose auf Grundlage spezifischer Leistungen und Funktionen des Bodens durchgeführt (vgl. GASSNER U. WINKELBRANDT 1997). Es werden in Anlehnung an BBodSchG § 2 (2) folgende vier Bodenfunktionen zur Bewertung herangezogen:

- Funktion als Standort/ Lebensraum für Bodenorganismen und natürliche Vegetation
- Regelfunktion für den Wasser- und Stoffhaushalt
- Funktion als Filter, Puffer und Transformator von Schadstoffen
- Archivfunktion für Natur- und Kulturgeschichte.

Des Weiteren werden nach Flächenschutzkarte Hessen fachplanerisch ausgewiesene Wälder mit besonderer Bodenschutzfunktion erfasst.

Im Rahmen der Bodenempfindlichkeiten werden die potenzielle Versauerungsgefährdung und Auswirkungen auf die grundwasserbeeinflussten Böden mit hohem Stickstoffmineralisationspotenzial betrachtet.

Die Analyse der Vorbelastungen bezieht neben den bestehenden Versiegelungen durch Siedlungsgebiete und größere Verkehrsanlagen den Kenntnisstand über Altlasten, Abgrabungen und Deponien sowie eine Abhandlung der aktuellen Versauerungserscheinungen mit ein.

5.1 Raumanalyse

5.1.1 Abgrenzung des Untersuchungsraumes

Der Untersuchungsraum für das Schutzgut Boden wurde im Hinblick auf die zu erwartenden Projektwirkungen festgelegt. Er umfasst den Nahbereich der Varianten und des variantenunabhängigen Erweiterungsbereiches sowie den Mönchbruch. Nach den vorliegenden Depositionsabschätzungen (IBJ 2001b) ist eine Vergrößerung des Untersuchungsraumes über die in den Scoping-Unterlagen (IGI 2000a) vorgegebene Abgrenzung nicht notwendig. Die räumliche Lage des Untersuchungsraums ist der Anlage C.5.1 zu entnehmen.

Vorhandene Siedlungs-, Abbau- und Deponieflächen im Untersuchungsraum sind aufgrund ihrer starken anthropogenen Überprägung und Beeinträchtigung bzw. dem Verlust natürlicher gewachsener Böden und deren Funktionen in den zu Grunde liegenden aktuellen Boden- und Themenkarten nicht dargestellt (Weißflächen). Daher werden diese Flächen, zu denen auch das gesamte Areal des Flughafens Frankfurt am Main gehört, in die bodenkundliche Zustandsbeschreibung und -bewertung nicht einbezogen. Diese Areale werden im Kapitel Teil C.5.1.2.4 Vorbelastungen angesprochen. Die Flächenversiegelung innerhalb des bestehenden Flughafengeländes wird im Rahmen der Status-Quo-Prognose (Teil C.5.1.4) und der Flächenversiegelungsgrad der geplanten Flughafenerweiterung variantenbezogen in der Auswirkungsprognose im Kapitel Teil C.5.2 berücksichtigt.

5.1.2 Erfassung und Beschreibung der Ist-Situation

5.1.2.1 Methode der Erfassung und Beschreibung der Ist-Situation

Die Kriterien und verwendeten Daten- und Informationsgrundlagen für die Erfassung der Bodenfunktionen, der Wälder mit Bodenschutzfunktion sowie der Bodenempfindlichkeiten und -belastungen sind in Tabelle Tab. C - 134 aufgelistet (vgl. Teil E, Literatur und Quellenverzeichnis, Abschnitt e) Amtliche Kartenwerke und Daten).

Tab. C - 134: Erfassungskriterien sowie Daten- und Informationsgrundlagen für das Schutzgut Boden

Erfassungskriterium	Relevante Daten- / Informationsgrundlagen
Bodenformen Bodenformengesellschaften	<ul style="list-style-type: none"> • Themenkarten der bodenkundlichen Flächendaten 1:50.000, Blätter L 5916, L 6116 <ul style="list-style-type: none"> - Bodenkarte von Hessen • Bodenkarten / Geologische Karten von Hessen <ul style="list-style-type: none"> - Blatt 5916 Hochheim a. Main (M = 1:25.000, Boden u. Geologie), - Blatt 5917 Kelsterbach (M = 1:25.000, Boden u. Geologie), - Blatt 6017 Mörfelden (M = 1:25.000, Geologie)

Erfassungskriterium	Relevante Daten- / Informationsgrundlagen
<p>Bodenfunktionen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Funktion als Standort / Lebensraum für Bodenorganismen und natürliche Vegetation • Regelfunktion • Funktion als Filter, Puffer und Transformator von Schadstoffen • Archivfunktion für Natur- und Kulturgeschichte / seltene Böden 	<ul style="list-style-type: none"> • Themenkarten der bodenkundlichen Flächendaten 1:50.000, Blätter L 5916, L 6116 <ul style="list-style-type: none"> - Standorttypisierung für die Biotopentwicklung - Ertragspotential des Bodens - Nitratrückhaltevermögen des Bodens • Nitratrückhaltevermögen des Bodens <ul style="list-style-type: none"> - Standorttypisierung für die Biotopentwicklung • BK der nördlichen Oberrheinebene, 1:50.000 <ul style="list-style-type: none"> - Filtervermögen für Schwermetalle • Umweltvorsorgeatlas UVF (1996/98) <ul style="list-style-type: none"> - Bodenkennwertkarte Archivfunktion/seltene Böden • Themenkarten der bodenkundlichen Flächendaten 1:50.000, Blätter L 5916, L 6116 <ul style="list-style-type: none"> - Bodenkarte von Hessen
<p>Wälder mit Bodenschutzfunktion</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Flächenschutzkarte Hessen 1:50.000 <ul style="list-style-type: none"> - Blätter L 5916 (1997) u. L 6116 (1999)
<p>Bodenempfindlichkeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Versauerungsgefährdung • Grundwasserböden und organogene Böden mit erhöhtem Mineralisationspotenzial 	<ul style="list-style-type: none"> • Umweltvorsorgeatlas UVF (1996/98) <ul style="list-style-type: none"> - Bodenkennwertkarte Versauerungsgefährdung • HLFU (1999) • Themenkarten der bodenkundlichen Flächendaten 1:50.000, Blätter L 5916, L 6116 <ul style="list-style-type: none"> - Nitratrückhaltevermögen des Bodens • Themenkarten der bodenkundlichen Flächendaten 1:50.000, Blätter L 5916, L 6116 <ul style="list-style-type: none"> - Standorttypisierung für die Biotopentwicklung
<p>Vorbelastungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Altlasten (incl. Bodensanierungskonzepte) • Abgrabungen, Deponien • Überbaute / versiegelte Flächen (Siedlungsflächen, Verkehrswege u.a.) • Versauerung 	<ul style="list-style-type: none"> • Fachgutachten G 11 (IF 2001b) • Top-Karte, ATKIS-Datenbestand, Regionalplan • Top-Karte, ATKIS-Datenbestand • HLFU (1999g) • Umweltvorsorgeatlas UVF • HLUG (2001)

5.1.2.2 Beschreibung der Strukturen und Funktionsausprägungen

Geologische Ausgangsbedingungen

Großräumig liegt der Untersuchungsraum im nördlichen Teil des Oberrheingrabens, der durch eine seit dem Tertiär anhaltende Senkungsbewegung gekennzeichnet ist. Die Füllung des dadurch entstandenen Grabens besteht aus mächtigen Sedimentabfolgen. Während im mittleren Tertiär hauptsächlich marine (kalkige) Sedimente abgelagert wurden, wurden im

Jungtertiär und im anschließenden Quartär (Pleistozän) überwiegend terrestrische Abtragungsprodukte der angrenzenden Hochgebiete abgelagert.

Den größten Teil des Untersuchungsraumes nimmt die vom Main während des Altpleistozäns aufgeschüttete „Kelsterbacher Terrasse“ ein, die einen Teil der naturräumlichen Einheit der „Untermain-Ebene“ darstellt. Die relativ ebene Terrassenfläche mit einer durchschnittlichen Höhenlage von 110 - 120 m über NN fällt nach SW zum Mönchbruch hin auf 95 m ab. Die pleistozänen Sedimente bestehen v.a. aus mittel- bis grobkörnigen Sanden, kiesigen Sanden und sandigen Kiesen gelblicher und gelblich-weißer Farbausprägung. Entsprechend den fluviatilen Ablagerungsbedingungen, die durch ständig wechselnde Flussverläufe und Strömungsverhältnisse geprägt waren, sind die Ausbildung und die Verbreitung der abgelagerten Sande und Kiese sowohl horizontal als auch vertikal stark variabel. So finden sich in den Sanden und Kiesen auch immer wieder schluffig-tonige Zwischenlagen (HLFB 1972).

Eine wechselhafte morphologische Untergliederung erfährt die Kelsterbacher Terrasse durch die zahlreichen Flugsand-Dünen, die sich bis zu 8 m über die Umgebung erheben. Die Dünen setzen sich aus meist kalkfreien und überwiegend mittelkörnigen, gelblich bis hellbraunen und z.T. dunkelbraun gebänderten Flugsanden zusammen, die während der Würm-Eiszeit hier abgelagert wurden. Einen anderen beträchtlichen Teil der Terrassen-Ebene nehmen braune Hochflutsedimente ein, die jedoch oft von den Flugsanddünen bedeckt sind. Im Süden des Untersuchungsraumes treten alluviale Sedimente v. a. des Schwarzbachs als Ausgangssediment für die Bodenbildung in den Vordergrund.

Große Teile der Terrassenebene einschließlich der Gebiete mit Flugsand und den sandigen bis lehmigen Hochflutsedimenten werden von dem durchschnittlich 30-60 cm starken Decksediment überlagert, dessen Eigenschaften als Ausgangssubstrat für die Bodenbildung vor allem durch seine Anteile an Laacher Bimstuff mit höheren Schluff- und Tongehalten charakterisiert wird. Häufige Unterschiede in der Ausbildung des Decksediments sind darauf zurückzuführen, dass von Ort zu Ort wechselnde Mengen von Tuff und Flugsand abgelagert, zusammengeweht und in den nacheiszeitlichen Auftauboden eingearbeitet wurden. Auf diese wechselnden Ausgangsbedingungen sowie unterschiedliche Einflussnahme bindiger Hochflutsedimente sind z. B. die heutigen Unterschiede in der Ausbildung von Braunerden und Parabraunerden zurückzuführen.

Im Norden und Nordwesten des Untersuchungsraumes setzt sich die Ebene der Kelsterbacher Terrasse mit einer auffälligen Stufe gegen die anschließenden Terrassen sowie Altauen des Mains ab. Diese jüngere Flusslandschaft des Mains wird von Terrassensanden und -kiesen, Hochflutablagerungen der Altläufe und Altauen sowie Flugsanden aufgebaut. Auch diese Flächen sind in weiten Bereichen von Decksediment überzogen.

Im Osten des Untersuchungsraumes bilden in geringem Umfang Solifluktsdecken über Lockergestein das Ausgangssubstrat für die Bodenbildung.

Bodenformen

Neben den geologischen Ausgangsbedingungen, hier v. a. fluviatile und äolische Sedimente, sind das trocken-warme Klima (vgl. HLFB 1999f) und der Wasserhaushalt weitere wichtige

Parameter für die Bodenbildung im Untersuchungsraum. Auf der Kelsterbacher Terrasse treten z. B. neben ausgesprochen trockenen und durchlässigen Böden (z. B. aus Flugsand über Terrassensanden und -kiesen) nach Süden hin zunehmend hydromorphe Böden auf, die durch zum Teil starke Staunässe und hohe Grundwasserstände geprägt sind. So finden sich im Untersuchungsraum trockene Braunerden aus Flugsand, Parabraunerden und Pseudogleye bis hin zu Auen- und Anmoorgleyen und den Niedermoorböden des Mönchbruches im Süden sowie des Schwanheimer Waldes (Mainaltlauf) im Norden des Untersuchungsraumes.

Einen Überblick über die im Untersuchungsraum auftretenden Bodenformengesellschaften gibt die Tabelle Tab. C - 135. Die mit bzw. unter dem Decksediment auftretenden Ausgangssubstrate wie pleistozäne Terrassensande und -kiese, jungquartäre Hochflutsedimente und Flugsande sind in wechselnden Anteilen an der Bodenbildung beteiligt. Die entsprechenden Bodenformengesellschaften sind nach dem jeweilig dominierenden Ausgangssubstrat untergliedert.

Tab. C - 135: Hauptgruppen der Ausgangssubstrate und Bodenformengesellschaften* im Untersuchungsraum

Bodenformengesellschaften aus		Bodenformengesellschaft
organogenem Material	Niedermoor	<ul style="list-style-type: none"> • Niedermoor
fluviatilen Sedimenten (pleistozäne Terrassenfläche, z.T. mit jüngeren Überdeckungen)	Auenablagerungen des Mainaltlaufs und des Hengst-, Grund- und Schwarzbaches	<ul style="list-style-type: none"> • Vega • Auengley • Kalkgley • Pseudogley-Gley • Anmoorgley/Moorgley
	Hochflutablagerungen (Hochflutlehmgebiete)	<ul style="list-style-type: none"> • Parabraunerde • Pseudogley • Parabraunerde-Gley • Pseudogley-Gley
	fluviatilen Kiesen und Sanden (hochflutlehmfreie altpleistozäne Terrassensandgebiete)	<ul style="list-style-type: none"> • Podsol-Braunerde • Braunerde • Gley-Braunerde • Braunerde-Gley • Gley
äolischen Sedimenten	Flugsand	<ul style="list-style-type: none"> • Braunerde mit Bändern • Gley-Braunerde
Solifluktsdecken	Solifluktsdecken über kalkfreien Lockergestein	<ul style="list-style-type: none"> • Pseudogley-Braunerde • Pseudogley • Gley-Pseudogley

* Einteilung der Bodenformengesellschaften nach Bodenkarte von Hessen (M = 1:50.000)

Die räumliche Verteilung der Bodenformengesellschaften im Untersuchungsraum ist der Anlage C.5.1 zu entnehmen

Kelsterbacher Terrasse

Da im Untersuchungsraum die pleistozänen Terrassenflächen mit Sanden und Kiesen, überdeckt von wechselnden Anteilen an Flugsanden, Hochflutsedimenten sowie Decksediment, überwiegen, treten auch die entsprechenden Bodenformengesellschaften am häufigsten im Gebiet auf. Die Verteilung der Bodenformengesellschaften auf der Kelsterbacher Terrasse ist grob in drei Bereiche zu untergliedern.

Im nördlichen und östlichen Bereich der Terrassenfläche innerhalb des Untersuchungsraumes (westlich, nördlich und östlich des bestehenden Parallelbahnsystems sowie östlich und südlich Walldorf) herrschen eindeutig und teilweise großflächig die Bodenformengesellschaften Braunerde aus fluviatilen Kiesen und Sanden sowie Braunerde aus Flugsand vor. In kleineren Anteilen, v. a. in einem Streifen zwischen Kelsterbach und Zeppelinheim, finden sich vermehrt Parabraunerden aus Hochflutablagerungen. Eine für den trocken-warmen Klimaraum bemerkenswerte Besonderheit stellt das kleinräumige Auftreten von Podsol-Braunerden an der Nordkante der Terrassenfläche östlich Kelsterbach dar. Am östlichen Rand des Untersuchungsraumes haben sich kleinräumig Pseudogleye aus Solifluktionsdecken entwickelt.

Im mittleren Bereich, westlich und östlich der Starbahn West, treten hydromorphe Bodenformengesellschaften hinzu und der Wechsel zwischen den einzelnen Gesellschaften ist deutlich kleinräumiger und vielfältiger. Wesentlich häufiger als im nördlichen Bereich sind hier zudem Hochflutablagerungen die Ausgangssubstrate für die Bodenbildung. Aus ihnen haben sich Parabraunerden, Pseudogleye und entsprechende Gley-Übergangsformen gebildet. Daneben finden sich in größeren Anteilen noch Braunerden und Gleye und ihre Übergänge aus fluviatilen Kiesen und Sanden sowie Braunerden und Gley-Braunerden aus Flugsand. Nach Süden hin treten vereinzelt Anmoorgleye im Auengebiet des Schwarzbachs auf.

Im südlichen Bereich überwiegen die wasserbeeinflussten Standorte. Die bestimmenden Bodenformengesellschaften sind Kalkgleye, Auengleye sowie Anmoorgleye und mit diesen vergesellschaftete Niedermoore aus den Auensedimenten des Schwarzbachs. Daneben nehmen Pseudogleye und Gleye aus Hochflutsedimenten sowie Gleye aus fluviatilen Kiesen und Sanden größere Flächen ein. Die trockeneren Braunerden und Parabraunerden treten im südlichen Bereich deutlich zurück.

Mainaue

Die Mainaue und Mainaltläufe im Norden und Nordwesten des Untersuchungsraumes sind von hydromorphen Bodenformengesellschaften geprägt, die sich vorwiegend aus jüngeren Mainablagerungen gebildet haben.

Im breiten Mainaltlauf zwischen Niederrad und Kelsterbach herrschen Pseudogley-Gleye und Anmoorgleye mit meist stark abgesenkten Grundwasserspiegel vor. Vereinzelt kommt es zu Übergängen zu Moorgleye und Niedermoor. Am nordöstlichen Rand treten auch Braunerden, Gleye und ihre Übergangsformen aus Flugsand sowie altpleistozänen Terrassensanden und -kiesen auf.

In der Mainaue südwestlich Kelsterbach treten zu den Auengleyen aus jüngeren Ablagerungen des Mains Parabraunerden aus Hochflutablagerungen hinzu.

Bodenfunktionen

Die Böden im Untersuchungsraum erfüllen eine Reihe spezifischer Leistungen und Funktionen für die Umwelt und den Naturhaushalt. In Anlehnung an BBodSchG § 2 (2) wird die Erfüllung folgender Bodenfunktionen im Untersuchungsraum beschrieben:

- Funktion als Standort/ Lebensraum für Bodenorganismen und natürliche Vegetation
- Regelfunktion für den Wasser- und Stoffhaushalt
- Funktion als Filter, Puffer und Transformator von Schadstoffen
- Archivfunktion für Natur- und Kulturgeschichte.

Die verschiedenen Bodenformengesellschaften im Untersuchungsraum erfüllen die genannten Bodenfunktionen in unterschiedlichem Umfang. Das heißt, dass die verschiedenen Bodenformengesellschaften unterschiedliche Bedeutung bezüglich der Erfüllung der einzelnen Bodenfunktionen aufweisen. Die Bedeutung der einzelnen Bodenformengesellschaften für die Bodenfunktionen und deren Verteilung im Untersuchungsraum sind der Anlage C.5.3 zu entnehmen.

Die Bedeutungseinstufung bzw. Bewertung der Bodenformengesellschaften für die einzelnen Bodenfunktionen erfolgt im Kapitel Teil C.5.1.3 „Bewertung der Ist-Situation“.

Wälder mit besonderer Bodenschutzfunktion

Verschiedene Waldflächen im Untersuchungsraum sind nach der Flächenschutzkarte Hessen als „Wald mit Bodenschutzfunktion“ ausgewiesen. Die Ausweisungen sind über den ganzen Untersuchungsraum verteilt. Schwerpunkte sind die Waldbestände an der Nordkante der Kelsterbacher Terrasse sowie im westlichen Untersuchungsraum Teile des Kelsterbacher Waldes (westlich Umspannwerk), des Mönchwaldes (zw. Mönchhof-Dreieck und Flughafen) sowie nordwestlich Walldorf.

Neben den generellen bodenschützenden Funktionen (Bodenfestlegung, Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit, Schutz gegen Wassererosion, Bewahrung eines hohen Natürlichkeitsgrades der Böden, vgl. RP DARMSTADT 1997a) konzentrieren sich in den Dünen- und Flugsandgebieten des Untersuchungsraums die Bodenschutzfunktionen des Waldes insbesondere auf den Schutz gegenüber Winderosion.

Bodenempfindlichkeiten

Die Empfindlichkeit der Böden im Untersuchungsraum wird aufgrund des geogen bedingten Vorherrschens von basenarmen und relativ durchlässigen Böden aus der Versauerungsgefährdung und wegen der Verbreitung grundwasserbeeinflusster Böden mit hohen Anteilen an organischer Substanz aus dem Mineralisationspotenzial (Gefährdung der Freisetzung und des Auswaschens von Nitrat) abgeleitet. Aussagen zur Empfindlichkeit der Böden gegenüber

Schadstoffakkumulationen (z. B. Schwermetalle) ergeben sich aus den Ausführungen zur physiko-chemischen Filterfunktion.

Versauerungsempfindlichkeit

Im Untersuchungsraum sind weite Bereiche als versauerungsgefährdet einzustufen. Insbesondere die Bodenformengesellschaften, die aufgrund eines basenarmen Ausgangssubstrats und eines hohen Gehaltes an Sand- bzw. Kiesfraktionen über eine geringe Pufferkapazität und eine hohe Durchlässigkeit verfügen, weisen im Untersuchungsraum eine hohe Versauerungsgefährdung auf. Die Bodenformen, die sich auf Grundlage von Hochflut- oder jüngeren Auenlehmlagerungen entwickelt haben, sind dagegen aufgrund ihrer höheren Feldkapazität und einer höheren relativen Bindungsstärke (Kationenaustauschkapazität u.a.) als weniger versauerungsgefährdet einzustufen. Die Lage der stark versauerungsempfindlichen Bodenformengesellschaften im Untersuchungsraum ist der Anlage C.5.2 zu entnehmen.

Grundwasserböden und organogene Substrate mit erhöhtem Mineralisationspotenzial

Im Untersuchungsraum treten zahlreiche Bodenformengesellschaften auf, die von Grundwassereinfluss geprägt sind. In Zusammenhang mit dem hohen Grundwasserstand haben sich zum Teil auch Bodenformen entwickelt, die durch hohe Anteile an organischer Substanz bzw. organogene Substrate gekennzeichnet sind. Zu nennen sind hier in erster Linie die Niedermoorböden und Anmoorgleye.

Entsprechend dem höheren Grundwasserstand in der tiefer gelegenen Maintalau und dem von Nord nach Süd abnehmenden Grundwasserflurabstand auf der Kelsterbacher Terrasse erreichen die grundwasserbeeinflussten und von organogenen Substratanteilen geprägten Bodenformen am Nordrand und vor allem im Süden des Untersuchungsraumes ihre größte Verbreitung.

5.1.2.3 Gesetzlich und gesamtplanerisch geschützte Bereiche

Im Schutzgut Boden existieren dementsprechende Schutzgebiete nicht. Die Bannwaldausweisungen beziehen sich nicht spezifisch oder schwerpunktmäßig auf den Bodenschutz und werden daher im Kapitel Teil C.12 „Wechselwirkungen“ einer schutzgutübergreifenden Betrachtung unterzogen. Die in der Flächenschutzkarte Hessen dargestellten Waldbereiche mit Bodenschutzfunktion sind fachplanerische Ausweisungen und haben keinen rechtsverbindlichen Charakter. Ihre projektbedingte Betroffenheit wird in der Auswirkungsprognose aufgezeigt.

5.1.2.4 Vorbelastungen

Altlasten

Altlasten sind gemäß § 2 des Bundesbodenschutzgesetzes (BBodSchG) erstens stillgelegte Abfallbeseitigungsanlagen sowie sonstige Grundstücke, auf denen Abfälle behandelt, gelagert oder abgelagert worden sind (Altablagerungen), und zweitens Grundstücke stillgelegter Anlagen und sonstige Grundstücke, auf denen mit umweltgefährdenden Stoffen umgegangen worden ist, ausgenommen Anlagen, deren Stilllegung einer Genehmigung nach Atomgesetz bedarf (Altstandorte), durch die schädliche Bodenveränderungen oder sonstige Gefahren für die Allgemeinheit oder den Einzelnen hervorgerufen werden.

Im Fachgutachten G 11 (IF 2001b) werden Altlasten, Altlastenverdachtsflächen (ALVF), Boden- und Grundwasserverunreinigungen unterschieden und eingangs definiert (s.d.). Die Altlasten bzw. dementsprechende Verdachtsflächen werden variantenbezogen in jeweils separaten Untersuchungsräumen und objektbezogen auch darüber hinaus ermittelt, dargestellt und bewertet.

Dabei werden aufgrund der Vorgabe durch das Fachgutachten die variantenunabhängigen Betriebs- und Einrichtungsflächen und die sich im jeweiligen Planungsfall der Varianten Nordwest, Nordost und Süd ergebenden Lande- bzw. Start- und Landebahnflächen getrennt betrachtet. Die Bestandssituation der Altlasten wird auf das Schutzgut Boden bezogen in der Anlage C.5.1 dargestellt.

Im Teiluntersuchungsraum der Variante Nordwest befinden sich keine rechtlich festgestellten Altlasten. Im Anhang 2 des Gutachtens werden jedoch diverse Ablagerungsflächen aufgezeigt und erläutert.

Die Flächen 9b-ALVF 01, 9b-ALVF 04, 9b-ALVF 05, 9b-ALVF 06 und 9b-ALVF 11 befinden sich innerhalb bestehender Verkehrs- und Gebäudeflächen und sind daher für das Schutzgut Boden nicht relevant. Die Flächen 9b-ALVF 07 und 9b-ALVF 08 fallen aufgrund ihrer Vornutzungen (Auskiesung/Erdaushub- und Bauschuttdeponie) und ihres aktuellen Zustandes (Staudenweiher/Südpark) aus den bewerteten Flächen des Schutzgutes Boden heraus (vgl. Teil C.5.1.2.1). Die 9b-ALVF 02 und 03 sowie die 9b-ALVF 09 und 10 befinden sich im Bereich der BAB A 3, liegen teilweise unterhalb der parallel verlaufenden Freileitungstrassen und überlappen sich jeweils teilweise. Es handelt sich um Flächen, die durch Luftbildanalyse als ehemalige Ablagerungsstandorte identifiziert wurden oder von denen die Nutzung als Erdaushub- und Bauschuttdeponien bekannt ist. Belastungen aus Bauschuttrestablagerungen und Straßenentwässerung werden nicht ausgeschlossen; zur tatsächlichen Belastung bestehen jedoch keine Erkenntnisse. Im Unterschied zu den o.g. Flächen 07 und 08 sind diese Objekte jedoch von der Hessischen Bodenkartierung noch erfasst und über Ausdehnung und Intensität der Bodenveränderungen ist zudem wenig bekannt. Dem Anhang 2 des Fachgutachten G 11 (IF 2001b) sind weiterhin die Standorte von luftbildanalytisch ermittelten Bombenrichtern zu entnehmen, die sich überwiegend in bebauten Bereichen des Flughafengeländes befinden. Schließlich reicht diese Variante im Nordosten an die bei der Variante Nordost behandelten Zonen von Grundwasserschadensfällen (LCKW /Nitrat) heran.

Im Untersuchungsbereich der Variante Nordost (Baumgriff der Landebahnflächen) sind im Stadtwald nördlich der B 43 großflächig sogenannte Altlastenverdachtsflächen aufgrund von Kriegseinwirkungen erfasst und erläutert worden (9a-ALVF-01 und -02). Dabei handelt es sich um Flächen, die Ende des 2. Weltkrieges bereichsweise als Munitionsdepot genutzt wurden und auf denen dann umfangreiche Sprengungen vorgenommen wurden. Die sogenannte „Sprengfläche“ wird seit 1997 im Auftrag des Stadtforstamtes Frankfurt systematisch abgesucht und entmunitioniert. Mit dem Abschluss der Arbeiten wird in 2002 oder 2003 gerechnet. Untersuchungen zur Einschätzung des Gefahrenpotenziales stehen noch aus. Kleinere Teilflächen stellen die Standorte ehemaliger Flakstellungen und nach Luftbildauswertung kartierter Bombentrichter dar. Bei sämtlichen vorgenannten Flächen liegen im Detail keine Kenntnisse zur Lage, Art und Ausmaß von Bodenverunreinigungen vor. Die 9a-ALVF-04 ist in der Auswertung von Luftbildern (1978) durch Vegetationsschäden und Auffüllungen unbekanntes Ursprunges aufgefallen. Die 9a-ALVF befindet sich unterhalb und beiderseits der BAB A 5 und der B 43 unmittelbar am Abflugring. Es wird hier eine Auffüllung im Bereich einer ehemaligen Kiesgrube für möglich gehalten. Nachgewiesene Bodenverunreinigungen und rechtlich festgestellte Altlasten sind für diesen Bereich nicht dokumentiert. Bekannt und im Anhang 2 des Fachgutachtens G 11 (IF 2001b) dargestellt sind die aus Schadensfällen mit leichtflüchtigen chlorierten Kohlenwasserstoffen (LCKW) auf der Lufthansa-Basis (9a-G 01) und mit harnstoffhaltigen Winterdienstmitteln und nachfolgender Bildung und weiträumiger Ausbreitung von Nitrat (9a-G 02) sowie durch nicht exakt zu lokalisierende Sprengstoffrückstände unbekannter Herkunft (9a-G 03) resultierenden Grundwasserverunreinigungen.

Im Teiluntersuchungsraum Variante Süd sind weder rechtlich festgestellte Altlasten oder amtlich ausgewiesene Altlastenverdachtsflächen noch Boden- oder Grundwasserverunreinigungen dokumentiert. Durch Luftbildauswertungen ist von Fresenius-Consult die 3/13-ALVF 01 im Bereich Gundwald zwischen Walldorf und der Rhein-Main-Airbase ermittelt worden (Vegetationsschäden und zahlreiche Bombentrichter). Weiterhin wurden im Westabschnitt dieses Teiluntersuchungsraumes ebenfalls Bombentrichterstandorte lokalisiert.

Im Fachgutachten G 11 (IF 2001b) werden wie die bisher angesprochenen Varianten auch die Variantenunabhängigen Betriebsflächen und Einrichtungen in einem eigenständigen Gutachten untersucht. Die zahlreichen im Anhang dargestellten Objekte (Altlastenverdachtsflächen, Grundwasser- und Bodenverunreinigungen) befinden sich jedoch fast ausschließlich innerhalb des bebauten Flughafengeländes und sind damit für die Betrachtungen im Rahmen des Schutzgutes Boden nicht relevant (vgl. Teil C.5.1.2.1). Ausnahmen stellen die am Südwestrand im Wald gelegene U-ALF 02 (Baustelleneinrichtungs- und Lagerplatz für Bauschutt sowie Sortieranlage) und die U-ALVF 03 (Start- und Landebahn/Abstellplätze für Sturzkampfbomber) im Zentrum der variantenunabhängigen Flächen dar.

Abgrabungen und Deponien

Abgrabungen und Deponien zählen einerseits im engeren Sinne nicht zu den für das Schutzgut Boden relevanten Flächen (s. Teil C.5.1.2.1). Soweit es sich um größere Objekte handelt und sie eindeutig abzugrenzen waren, sind sie in der Hessischen Bodenkartierung auch ausgespart (vgl. Anlage C.5.1), so dass in diesen Weißflächen ebenso wie in den Siedlungsbereichen eine bodenkundliche Daten- und Bewertungsgrundlage nicht zur Verfügung

steht. Andererseits werden Abgrabungen und Deponien aus ökologischer Sicht als Vorbelastungen im Sinne von Landschaftsschäden aufgefasst. Dies bezieht sich insbesondere auch auf den Standortfaktor Boden, weil die natürlich gewachsenen Bodenformen hier beseitigt worden sind. Je kleiner und unauffälliger die Objekte sind, desto häufiger kommt es, abgesehen von sekundären Gewässern, vor, dass sie auch aus der Bodenkarte nicht abzulesen sind. Hier ergibt sich ein Zusammenhang zur Altlastenproblematik, da im Rahmen der Altlastenerkundung insbesondere nur temporär und kleinflächig betriebene Aufschüttungen oder Gewässerverfüllungen ermittelt und als potenzielle Gefahrenherde dokumentiert werden. In Einzelfällen könnte die Bodenkarte durch detailliertere Altlastenerkundung sicherlich aktualisiert bzw. relativiert werden. Im Untersuchungsraum befinden sich diverse, im Zuge der Gewinnung von Kiesen und Sanden entstandene Oberflächengewässer. Im Bereich des Langerer Weihers ist gemäß Regionalplan Südhessen zur Rohstoffsicherung eine Ausweitung der bestehenden Abgrabungen vorgesehen (RP DARMSTADT 2000d). Aktuell betriebene, in Südhessen überörtlich geplante Deponien oder Abfallverwertungsanlagen befinden sich nicht im Untersuchungsraum. Kleinflächigere und in früheren Zeiten genutzte Objekte werden in dem Fachgutachten G 11 (IF 2001b) aufgezeigt und hinsichtlich ihres Gefährdungspotenziales eingeschätzt.

Versiegelungsgrad und stoffliche Bodenvorbelastungen innerhalb von Siedlungsgebieten und im Bereich von Verkehrsflächen

Innerhalb des Untersuchungsraumes Boden befindet sich mit dem Flughafen, der US Airbase und mehreren Siedlungsgebieten insgesamt ein relativ hoher Anteil von versiegelten bzw. in hohem Grad versiegelten Flächen. Auf wenige große zusammenhängende Areale konzentriert ist ihnen gemeinsam, dass hier die wertbestimmenden natürlichen Bodeneigenschaften und -funktionen weitgehend verlorengegangen sind und die Flächen von der aktuellen hessischen Bodenkartierung auch nicht mehr abgedeckt werden. Innerhalb des Flughafengeländes beträgt die versiegelte Fläche derzeit 884 ha und der Versiegelungsgrad 46%.

Es ist allgemein bekannt und durch eine Fülle von Untersuchungen vergleichsweise gut belegt, dass die Böden im Randbereich von stark befahrenen Verkehrswegen erhöhten Belastungen unterliegen (SCHACHTSCHABEL ET AL. 1998). So sind beispielsweise die Schwermetallgehalte (Pb, Cd, Zn) bis 10 m Abstand vom Straßenrand deutlich und bis zu 50 m noch gering erhöht. Sehr häufig werden zudem weitere Straßen und Wege parallel geführt und im Zuge der Baumaßnahmen sind angrenzende Böden verdichtet, ver- oder überlagert worden. Weil die Qualität der bestehenden Bodenfunktionen jedoch von einer Vielzahl geogener, standörtlicher und auch nutzungsspezifischer Faktoren abhängt, die überwiegend unabhängig von genannten Vorbelastungen und zumindest in ihrer Summe bedeutender als diese sind, werden die genannten Verkehrsflächenrandbereiche nicht gesondert dargestellt und auch bilanztechnisch nicht berücksichtigt. Im Vergleich zur Vorgehensweise der raumordnerischen Trassenfindung bei linienhaften Infrastrukturvorhaben mit der Zielsetzung, positive Bündelungseffekte zu erzielen, sind solche Effekte hier von untergeordneter Bedeutung. Die im Untersuchungsraum befindlichen Autobahnen und Bundesstraßen sind abgesehen von der Querung der BAB A 3 durch die Zuführungsbahnen der Nordvarianten nicht von dem Umgriff der Planvarianten betroffen.

Versauerung

Definition

Die „Versauerung von Böden“ besitzt ökologische Relevanz für die Qualität des Grundwassers (z. B. Schadstoffgehalte) und das Pflanzenwachstum (z. B. Freisetzung von phytotoxischen Al-Ionen). Unter dem Begriff der Versauerung wird nicht nur die Verringerung des pH-Wertes im Boden, sondern v.a. der Verlust an Säureneutralisierungskapazität verstanden. Grundsätzlich gilt, dass im gemäßigt- bis kühl-humiden Klimabereich Mitteleuropas Versauerung und Nährstoffverarmung der Böden natürliche Bodenentwicklungsprozesse sind, die langfristig - und je nach geogener Ausgangssituation und Landnutzung in unterschiedlicher Geschwindigkeit - zu einer Degradierung und abnehmenden Fruchtbarkeit der Böden führen. Die anthropogen erhöhten atmosphärischen Einträge an Säuren und Säurebildnern des letzten Jahrhunderts führten zu einer deutlichen Beschleunigung der im Rahmen der natürlichen Bodengenese vorhandenen Bodenversauerung.

Die Faktoren, die das Auftreten und die Geschwindigkeit der Bodenversauerung beeinflussen, sind im Einzelnen:

- Deposition von Säuren und Säurebildnern aus der Atmosphäre
- Säureneutralisierungsvermögen des geologischen Ausgangssubstrats der Bodenbildung
- Humus- und Tongehalt des Bodens
- Belegung der Austauschschicht mit „sauren“ (Al, H, Fe, Mn) oder „basischen“ (K, Ca, Mg, Na) Kationen
- Wasserdurchlässigkeit (kf-Wert) des Bodens
- Vegetation und Bodennutzung

Viele dieser Faktoren besitzen eine Abhängigkeit untereinander oder stellen gemeinsam einen weiteren Parameter dar. So ist z. B. die atmosphärische Deposition nicht nur von den meteorologischen Niederschlagsmengen, sondern auch von der Vegetation abhängig (relative Zunahme der trockenen und feuchten Deposition bei Waldnutzung, insbesondere Nadelwald, durch Auskämmung von Schadstoffen).

Alle Prozesse, welche die Protonenpufferung im Boden beeinflussen, spiegeln sich im pH-Wert des Bodens wieder. Umgekehrt ist aber der Informationsgehalt des pH-Wertes zur Beurteilung der Bodenversauerung nur eingeschränkt tauglich, da bei gleichem pH andere Parameter wie die Kationenaustauschkapazität, Niederschläge bzw. Depositionsraten oder die Wasserdurchlässigkeit variieren können (vgl. HLFU 1999g).

Situation in Deutschland

Die quantitativ wichtigsten Säurebildner sind SO_2 und NO_x in Form von NO und NO_2 . Die SO_2 - Emissionen sind in (West-)Deutschland seit ihrem Maximum von 3,7 Mio. t im Jahre 1972 deutlich zurückgegangen und sollen nach einer Schätzung des BMELF (1993) im Jahre 2005 bei ca. 0,55 Mio. t/a liegen. Trotz deutlichem Rückgang der Schwefelemissionen kam es großräumig gesehen nur zu einer mäßigen Abnahme der gesamten Säuredepositionen, da gleichzeitig die NO_x -Belastung der Atmosphäre – v.a. durch den Kfz-Verkehr – bis in die achtziger Jahre stark angestiegen ist und seitdem nur sehr langsam zurückgeht oder stag-

nirt (vgl. HLFU 1996, HLFWW 1998). Das Umweltbundesamt erwartet aufgrund zunehmend strengerer Abgasnormen bei Verbrennungsmotoren bis zum Jahr 2005 einen Rückgang der NO_x-Emissionen um bis zu 50 % bezogen auf das Ausgangsjahr 1989 (3,1 Mio. t/a, SCHACHTSCHABEL et al. 1998, HMULF 2000c).

Von großer Bedeutung für die saure Deposition ist auch die bundesweite Verringerung basenhaltiger Staubemissionen aufgrund gesetzlicher Vorlagen der letzten Jahrzehnte (vgl. HLFU 1999). Damit einher ging jedoch auch die Verringerung der mit den Stäuben verfrachteten Schadstoffe (HLFU 1996).

Insgesamt sind in Deutschland seit Beginn der 80er Jahre die pH-Werte im Niederschlag angestiegen. Langzeitmessungen an den 5 Messstationen des Umweltbundesamtes in den alten Ländern zeigen seit 1982 einen Anstieg des pH-Wertes von etwa 4.3-4.4 auf 4.8-4.9. Zum Vergleich sind in Mitteleuropa in Freilandniederschlägen ohne anthropogene Beeinflussung pH-Werte zwischen 4.6 und 5.6 zu erwarten (UBA 2001).

Situation in Hessen und der Rhein-Main-Ebene

Laut Waldzustandsbericht 2000 (HMULF 2000c) hat der Säureeintrag z. B. im Bestandsniederschlag der Fichte seit Mitte der 80er Jahre in Hessen ständig abgenommen. 1986 betrug er im hessischen Durchschnitt noch 3,8 kmol je ha und Jahr, zur Zeit deutet die hessenweite Entwicklung darauf hin, dass sich die Belastung auf einen Wert um 1,7 kmol einpendelt. Der festgestellte Rückgang der Säurebelastung ist v.a. auf eine Reduktion der Schwefel-Emissionen zurückzuführen. Auch wenn sich diese Angaben auf die Fichte und damit auf die Forstbaumart mit der höchsten „Aufkonzentration“ von Sulfaten im Bestandsniederschlag (Faktor 3-5 gegenüber Freilandniederschlag durch Auskämmeffekt) beziehen, sind Säureinträge dieser Größenordnung für die in Hessen weit verbreiteten basenarmen Standorte unter Wald insgesamt noch wesentlich zu hoch. So beträgt in Hessen die jährliche Pufferrate z. B. auf Buntsandstein 0,2-0,5 kmol/ha und Jahr (HMULF 2000c).

Zusammenfassend zeigen Langzeitmessungen der Waldökosystemstudie Hessen neben der langfristigen Abnahme der Gesamtsäurebelastung in hessischen Wäldern insgesamt eine nach wie vor zu hohe Stickstoffbelastung, jedoch am Beispiel der hessischen Hauptmessstation Witzenhausen eine Verringerung der Sulfat-, Nitrat- und Aluminiumkonzentration im Sicker-, Quell- und Bachwasser seit Mitte der 80er Jahre (HMULF 2000c).

Das Rhein-Main-Gebiet birgt aufgrund seiner enormen Konzentration an Siedlungsflächen, Industrie und Verkehrsaufkommen ein großes Maß an Schadstoffquellen. Obwohl in den letzten Jahren die Maßnahmen zur Verringerung der Luftbelastungen in wichtigen Bereichen greifen (z. B. SO₂ s.o.), spielt für die Böden und Waldstandorte des Rhein-Main-Gebietes der vom Straßen- und Luftverkehr verursachte Schadstoffausstoß nach wie vor eine besondere Rolle. Nach HMULF 1999 betragen im Belastungsgebiet Untermain die Emissionen des Flughafenbetriebes etwa ein Zehntel der vom Kfz-Verkehr verursachten Emissionen. Einen wesentlichen Anteil nehmen dabei die Stickstoffoxide ein.

Vorbelastung durch Versauerung im Untersuchungsraum

Im Untersuchungsraum mit relativ trocken-warmem Klima und häufigeren Inversionswetterlagen sowie hohem Waldanteil (insbesondere Nadelwald) ist der Anteil der feuchten und trockenen Deposition an der Gesamtdeposition als wesentlich einzustufen.

Nach Karte 6 in HLFU 1999 ergeben sich für die waldbestandenen Böden aus Flugsanden und Terrassensanden/-kiesen im Untersuchungsraum die Stufen erhöhte und hohe Säureaustragsgefährdung (höchste Stufen in einer 5-stufigen Skala). Die HLFU berücksichtigt bei ihrer Ermittlung der Säureaustragsgefährdung an Waldmessstationen stattfindende Säuredepositionen und modelliert damit ein Bild von der bestehenden Belastungssituation. Der Ansatz geht mit der exemplarischen Berücksichtigung von Depositionsdaten für SO_2 , HSO_4^{2-} und NO_3^- und der Einbeziehung von Landnutzungstypen mit unterschiedlichen Multiplikationsfaktoren deutlich über die Erfassung der potenziellen Versauerungsgefährdung der Böden hinaus, welche vorwiegend anhand bodenkundlicher Parameter abgeleitet und in Kapitel 5.1.2.2 behandelt wird.

Konkrete Bodenuntersuchungen im Untersuchungsraum, die über längere Zeiträume liefen und u.a. Versauerung und Basenhaushalt der Böden berücksichtigen, wurden im Rahmen des Beweissicherungsverfahrens zur Startbahn West (HFV 1993) sowie der Unterhaltung einer Boden-Dauerbeobachtungsfläche des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (HLUG 2001) im Bereich der Startbahn West durchgeführt.

- Die zwischen 1981 und 1991 im Rahmen des Beweissicherungsverfahrens durchgeführten forstlich-ökologische Untersuchungen ergaben u.a. folgende Ergebnisse:
 - „Aufgrund des Säureeintrages aus der Atmosphäre, wie er in Deutschland allgemein und seit längerer Zeit gegeben ist, zeigte ... die Pedosphäre an vielen, schwach puffernden Standorten bereits zu Beginn der Beweissicherungsuntersuchungen sehr starke Versauerungserscheinungen“ (S. 0)
 - „Die Belastung des Beweissicherungsgebietes durch Niederschlagsdeposition atmosphärischer Schadstoffe ist nach zehnjährigen hydrochemischen Untersuchungen trotz der Lage im durch ein hohes Emissionsaufkommen gekennzeichneten Ballungsraum als vergleichsweise mäßig einzustufen“ (S. 107).
 - Der mittlere pH-Wert des Freilandniederschlages betrug im Jahr 1982 4,0, im Jahr 1991 lag er bei etwa 4,8 (S. 107)
- Die Auswertung von Daten der Dauerbeobachtungsfläche des HLUG (2001) in unmittelbarer Nachbarschaft zur Startbahn West erbrachte folgende Ergebnisse:
 - Der Boden auf der Dauerbeobachtungsfläche ist eine Gley-Braunerde. Es ist ein typischer Boden für den Bereich der Kelsterbacher Terrasse. Er ist im obersten Horizont sehr stark versauert, der pH-Wert liegt im Al/Fe-Pufferbereich (vgl. HLFU 1999g, IF 2001a). Entsprechend ist auch die Austauschkapazität gering.
 - „Die Schadstoffgehalte des Bodens (inkl. Jahres- und Tiefenverlauf bei Aluminium) sind für Ballungsgebiete typisch und weisen keine deutlich erhöhten Werte auf. Alle Spurenstoffe liegen im Bereich der hessischen Hintergrundwerte.“
 - „Die Depositionen auf der Untersuchungsfläche liegen im Bereich von Vergleichsuntersuchungen“
 - Die pH-Werte im Sickerwasser der oberflächennahen Humuslysimeter liegen aufgrund der organischen Säuren unter den Werten des Niederschlages und des Grundwassers. Sie weisen in der Beobachtung von 1992 bis 2000 Werte zwischen pH 3 und pH 5 auf, mit einer leicht steigenden Tendenz.

5.1.3 Bewertung der Ist-Situation

5.1.3.1 Methode der Bewertung der Ist-Situation

Bewertungskriterien

Die Kriterien für die Bewertung der Bodenfunktionen, der Wälder mit Bodenschutzfunktion und der Schutzgebiete sowie der Bodenempfindlichkeiten und -belastungen sind in den Tabellen Tab. C - 136 bis Tab. C - 139 zusammengestellt.

Tab. C - 136: Kriterien zur Bewertung des Erfüllungsgrades von Bodenfunktionen

Bodenfunktion	Bewertungskriterien
Funktion als Standort / Lebensraum für Bodenorganismen und natürliche Vegetation	<ul style="list-style-type: none"> - Wasserhaushalt nach Themenkarte „Standorttypisierung für die Biotopentwicklung“ prägende Parameter: Art und Stärke des Wassereinflusses - Basenhaushalt nach Themenkarten „Ertragspotential des Bodens“ und „Standorttypisierung für die Biotopentwicklung“ prägender Parameter: Qualität des Basenhaushaltes
Regelfunktion für den Wasser- und Stoffkreislauf	<ul style="list-style-type: none"> - Nitratrückhaltevermögen nach Themenkarte „Nitratrückhaltevermögen des Bodens“ prägende Parameter: Feldkapazität im durchwurzelbaren Raum (FK) und Stauwassereinfluss
Funktion als Filter, Puffer und Transformator von Schadstoffen	<ul style="list-style-type: none"> - Wasserspeicherkapazität nach Themenkarte „Nitratrückhaltevermögen des Bodens“ prägender Parameter: Feldkapazität im durchwurzelbaren Raum (FK) - relative Bindungsstärke nach BK der nördlichen Oberrheinebene, 1:50.000: „Filtervermögen für Schwermetalle“ prägende Parameter: pH-Wert, Carbonatgehalt, Humus-, Ton- und Eisenoxidgehalt - Wasserhaushalt nach Themenkarte „Standorttypisierung für die Biotopentwicklung“ prägende Parameter: Wassereinfluss durch Grundwasser, Auendynamik
Funktion als Archiv für Natur- und Kulturgeschichte / seltene Böden	<ul style="list-style-type: none"> - Ausweisungen nach Flächenschutzkarte Hessen - Böden mit Archivfunktion, seltene Böden in der Region

Tab. C - 137: Kriterien zur Bewertung von Wäldern mit Bodenschutzfunktion

Flächen	Bewertungskriterien
Wald mit Bodenschutzfunktion	- Ausweisung als Wald mit besonderer Bodenschutzfunktion nach Flächenschutzkarte Hessen (Waldfunktionenkartierung)

Tab. C - 138: Kriterien zur Bewertung der Bodenempfindlichkeiten

Faktor der Empfindlichkeit	Bewertungskriterien
Versauerungsgefährdung	- Gefährdungspotenzial nach Umweltvorsorgeatlas UVF (Bodenkennwertkarte Versauerungsgefährdung) - Analogieschlüsse aus BK der nördl. Oberrheinebene (Filtervermögen für Schwermetalle) und nach Themenkarte „Nitratrückhaltevermögen des Bodens“ - Ableitung des Gefährdungspotenzials aus Veröffentlichungen (z. B. HLFU 1999g)
Grundwasserböden und organogene Substrate mit erhöhtem Mineralisationspotenzial	- Wasserhaushalt - organogene Substrate nach Themenkarte „Standorttypisierung für die Biotopentwicklung“

Tab. C - 139: Kriterien zur Bewertung der Vorbelastungen (Bodenbelastungen)

Faktor	Bewertungskriterien
Vorbelastungen - Altlasten (incl. Bodensanierungskonzepte) - Abgrabungen, Deponien - Überbaute / versiegelte Flächen, stark belastete Flächen (Siedlungsflächen, Verkehrswege u.a.) - Versauerung	- Bestehende Altlasten und Altlastenverdachtsflächen nach Fachgutachten G 11 (IF 2001b) - Art und Umgriff nach Top-Karte, ATKIS-Datenbestand, Regionalplan und Fachgutachten G 11(IF 2001b) - Auswertungen nach Top-Karte, ATKIS-Datenbestand - Ist-Situation nach Fachgutachten und Fachveröffentlichungen z. B. HLFU 1999g, HMULF 2000c, HLUg 2001, Umweltvorsorgeatlas UVF (1996-1998 verbal)

Bewertungsrahmen

Standort-/Lebensraumfunktion für Bodenorganismen und natürliche Vegetation

Die Betrachtung der Standort-/Lebensraumfunktion von Böden erfasst deren potenzielle Eignung als Lebensgrundlage für eine schützenswerte Flora und Fauna im Sinne eines Biotopentwicklungspotenzials. Wesentliche Bewertungskriterien sind hier die Ausprägung des Wasser- und Nährstoffhaushaltes. Des Weiteren ist der nutzungsbedingte Natürlichkeitsgrad von Bedeutung. Eine hohe Standort-/Lebensraumfunktion für natürliche Vegetation besitzen

Böden auf Sonderstandorten (z. B. trocken, feucht, nährstoffarm, vgl. Tab. C - 140) und Böden, die nur wenig oder nicht anthropogen verändert sind.

- Wasserhaushalt

Eine Einordnung der Bedeutung verschiedener Ausprägungen des Wasserhaushaltes auf das Biotopentwicklungspotenzial eines Bodens gibt der Bewertungsrahmen zur Standort-/ Lebensraumfunktion von Böden (Tab. C-135), Spalte 1 und 2. Die höchste Bedeutung haben demnach insbesondere Extremstandorte mit Bodenformengesellschaften, die sich durch ein besonders hohes (Gleye, Auenböden, Moore) oder geringes (z. B. flachgründige Braunerden aus Flugsand) Wasserdargebot auszeichnen.

- Basenhaushalt

Ein schlechter bis mittlerer natürlicher Basenhaushalt der Böden ist unter den klimatischen Bedingungen des Untersuchungsraums eine weitere Voraussetzung zur Entstehung von wertvollen, durch Nährstoffarmut geprägten, Biotoptypen. Fehlt eine gute natürliche Basenversorgung, d. h. im Umkehrschluss, ist ein schlechter bis mittlerer Basenhaushalt vorhanden, führt dies zu einer Aufwertung der Standort-/ Lebensraumfunktion der entsprechenden Flächen um eine Bewertungsstufe.

- Natürlichkeitsgrad

Je geringer der Einfluss des Menschen auf einen Boden, desto eher kommen die diesem Boden- bzw. Wasserhaushaltstyp zugesprochenen Standorteigenschaften auch tatsächlich zur Ausprägung. So ist z. B. die natürliche Nährstoffarmut einer Braunerde aus Flugsand, die Voraussetzung für die Ausprägung von Magerrasen ist, v.a. dann mit einer hohen Lebensraumfunktion für die Vegetation verbunden, wenn der Boden nicht intensiv landwirtschaftlich (Düngung, Melioration etc.) oder als Siedlungsfläche genutzt wird. Einen hohen Natürlichkeitsgrad besitzen Böden mit einer weitgehend ursprünglichen Horizontabfolge und keinen oder nur geringen Störungen der Dynamik im Oberboden. Dies trifft im Untersuchungsraum vor allem für Böden unter Wald oder extensiven Grünlandbereichen zu.

Da die Böden im Untersuchungsraum weitgehend unter Wald (inkl. Schlagfluren/Vorwaldgesellschaften) und Extensivgrünland (Niedermoore, mageres Feucht-/Trockengrünland) liegen und die stark anthropogen veränderten Böden (Siedlungsflächen, Abgrabungsflächen u.a.) in den zu Grunde gelegten Bodenkarten nicht berücksichtigt werden, wurde im Rahmen der UVS zum ROV auf eine Verwendung des Natürlichkeitsgrades als differenzierendes Bewertungskriterium verzichtet.

Tab. C - 140: Bewertungsrahmen zur Standort-/Lebensraumfunktion von Böden

Standort-/Lebensraumfunktion für Bodenorganismen und natürliche Vegetation in Ableitung vom spezifischen Wasserhaushalt*	Bedeutung	Aufwertung bei schlechtem bis mittleren Basenhaushalt**
<ul style="list-style-type: none"> • Extrem wasserbeeinflusste Standorte (organogene Substrate) • Physiologisch extrem trockene Standorte 	sehr hoch	sehr hoch
<ul style="list-style-type: none"> • Standorte mit potenzieller Auendynamik (Überflutungsbereich) • Standorte mit potenziell starkem Grundwassereinfluss • Standorte mit potenziell sehr starkem Stauwassereinfluss • Physiologisch sehr trockene Standorte 	hoch	sehr hoch
<ul style="list-style-type: none"> • Standorte mit potenziellem Grundwassereinfluss im Unterboden • Standorte mit potenziellem Stauwassereinfluss • Physiologisch trockene Sandstandorte 	mittel	hoch
<ul style="list-style-type: none"> • Standorte mit ausgeglichenem Wasserhaushalt 	gering	mittel

* nach Themenkarte „Standorttypisierung für die Biotopentwicklung“

** nach Themenkarten „Ertragspotential des Bodens“ bzw. „Standorttypisierung für die Biotopentwicklung“

Die Angaben zum Wasserhaushalt und zum Auftreten organogener Substrate finden auch bei der Einstufung der Bodenformengesellschaften nach ihrer Empfindlichkeit bezüglich ihres Stickstoff-Mineralisationspotenzials Anwendung.

Regelfunktion des Bodens für den Wasser- und Stoffhaushalt

Unter der Regelfunktion des Bodens für den Wasser- und Stoffhaushalt wird insbesondere die Rückhalte- und Speicherefähigkeit des Bodens für Wasser und damit für im Bodenwasser gelöste Stoffe verstanden. Bewertet wird somit die Bedeutung des Bodens als regelndes und ausgleichendes Medium im natürlichen Wasser- und Stoffkreislauf.

In der Gruppe der leicht löslichen und mit Bodenwasser sehr gut verlagerbaren Stoffe ist, bezüglich der absoluten Menge und dem Gefährdungspotenzial für das Grundwasser, in erster Linie das Nitrat zu nennen. So wird die Regelfunktion eines Bodens für den Wasser- und Stoffhaushalt z. B. mit seinem Nitratrückhaltevermögen ausgedrückt.

Die Bewertung der Böden für den Untersuchungsraum erfolgt in Anlehnung an die Themenkarte „Nitratrückhaltevermögen des Bodens“ des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung. Das Nitratrückhaltevermögen eines Bodens wird nach Tab. C - 141 aus dessen Feldkapazität im durchwurzelbaren Bodenraum abgeleitet, wobei ein starker Stauwassereinfluss (längere Verweildauer, potenzielle Denitrifikation) zu einer Erhöhung der Regelfunktion führt.

Tab. C - 141: Bewertungsrahmen zur Regelfunktion für den Wasser- und Stoffhaushalt

Regelungsfunktion für den Wasser- und Stoffhaushalt in Ableitung der Feldkapazität im durchwurzelbaren Bodenraum (FK) und des potenziellen Stauwassereinflusses *	Bedeutung
sehr hohe FK (> 400 mm) hohe FK (> 300 mm - 400 mm) und starker bis sehr starker Stauwassereinfluss	sehr hoch
hohe FK (> 300 mm - 400 mm) und ohne / mittel bis starker Stauwassereinfluss mittlere FK (> 200 mm - 300 mm) und starker bis sehr starker Stauwassereinfluss	hoch
mittlere FK (> 200 mm - 300 mm) und ohne / mittel bis starker Stauwassereinfluss geringe FK (> 100 mm - 200 mm) und starker bis sehr starker Stauwassereinfluss	mittel
geringe FK (> 100 mm - 200 mm) und ohne / mittel bis starker Stauwassereinfluss sehr geringe FK (< 100 mm)	gering

* nach Themenkarte „Nitratrückhaltevermögen des Bodens“

Die Angaben zur Feldkapazität und zum Stauwassereinfluss finden auch bei der Einstufung der Bodenformengesellschaften nach ihrer Versauerungsempfindlichkeit Anwendung.

Funktion als Filter, Puffer und Transformator von Schadstoffen

Böden besitzen in unterschiedlichem Umfang die Fähigkeit, gelöste oder suspendierte Stoffe von ihrem Transportmittel - dem Bodenwasser - zu trennen. Nach BLUME (1990) wird eine mechanische Rückhaltung als Filterung, eine Adsorption an Bodenaustauscher oder eine chemische Fällung als Pufferung und ein z. B. biologischer Abbau als Transformation bezeichnet. Bewertet wird die Bedeutung des Bodens als Filter, Puffer und Transformator für potenziell eingetragene (Schad-)Stoffe.

In welchem Umfang Filterung, Pufferung und Transformation auftreten, hängt von verschiedenen Bodeneigenschaften ab. Neben Wasserdurchlässigkeit, Luftkapazität und Kationenaustauschvermögen (relative Bindungsstärke) sind der pH-Wert und die Mächtigkeit des Filterkörpers von besonderer Bedeutung (AG BODEN 1994).

Eine hohe Feldkapazität und eine hohe relative Bindungsstärke führen somit zu einer hohen Bedeutung eines Bodens bezüglich seiner physiko-chemischen Filtereigenschaften. Eine geringe Luftkapazität (z. B. Stauwasserböden), eine geringe Mächtigkeit des Filterkörpers (z. B. bei hohem Grundwasserstand) oder ein niedriger pH-Wert wirken sich dagegen mindernd auf die Bedeutung eines Bodens bezüglich seiner Funktion als Filter, Puffer und Transformator von Schadstoffen aus.

Feldkapazität, relative Bindungsstärke und Wassereinfluss werden daher als wertgebende Kriterien bei der Einschätzung der physiko-chemischen Eigenschaften im Untersuchungsraum herangezogen. In Tab. C - 142 ist dargestellt, dass ausgehend von der Feldkapazität im durchwurzelbaren Bodenraum,

- die Einstufung der relativen Bindungsstärke in „groß“ oder „mittel und groß“ zu einer Höherstufung
- die Einstufung der relativen Bindungsstärke in „gering“ oder „gering und mittel“ bzw. ein starker Wassereinfluss zu einer Abstufung

um jeweils eine Stufe führt. Unter Standorten mit starkem Wassereinfluss werden nach der Themenkarte „Standorttypisierung für die Biotopentwicklung“, die extrem wasserbeeinflussten Standorte, die Standorte mit potentieller Auendynamik und die grundwasserbeeinflussten Standorte zusammengefasst.

Tab. C - 142: Bewertungsrahmen zu den physiko-chemischen Filtereigenschaften

physiko-chemische Filtereigenschaften in Ableitung der Feldkapazität im durchwurzelbaren Bodenraum (FK)* der relativen Bindungsstärke** und des Wassereinflusses***	Bedeutung
hohe FK (> 300 mm) und relative Bindungsstärke groß / mittel u. groß	sehr hoch
hohe FK (> 300 mm) ohne bzw. Ausgleich von Kriterien zur Höher- bzw. Abstufung mittlere FK (> 200 mm - 300 mm) und relative Bindungsstärke groß / mittel u. groß	hoch
hohe FK (> 300 mm) und relative Bindungsstärke gering / mittel u. gering bzw. starker Wassereinfluss (Grundwasser, Auendynamik) mittlere FK (> 200 mm - 300 mm) ohne bzw. Ausgleich von Kriterien zur Höher- bzw. Abstufung geringe FK (< 200 mm) und relative Bindungsstärke groß / mittel u. groß	mittel
mittlere FK (> 200 mm - 300 mm) und relative Bindungsstärke gering / mittel u. gering bzw. starker Wassereinfluss (Grundwasser, Auendynamik) geringe FK (< 200 mm) ohne bzw. Ausgleich von Kriterien zur Höher- bzw. Abstufung, Abwertung	gering

* nach Themenkarte „Nitratrückhaltevermögen des Bodens“

** nach Bodenkarte der nördlichen Oberrheinebene „Filtervermögen für Schwermetalle“

*** nach Themenkarte „Standorttypisierung für die Biotopentwicklung“

Gute physiko-chemische Eigenschaften sind vor allem bezüglich abbaubarer (Schad-)Stoffe grundsätzlich als positiv anzusehen. Nicht abbaubare Schadstoffe wie z. B. Schwermetalle, werden dagegen angereichert. Der Boden wirkt dann als Schadstoffsenke. Eine hohe Filter-

funktion ist daher immer gleichbedeutend mit einer hohen Schadstoffakkumulationsgefährdung.

Archivfunktion für Natur- und Kulturgeschichte / seltene Böden

An Böden lassen sich die natur- und kulturgeschichtlichen Veränderungen ablesen. Sie können das frühere Klima in einer Region belegen oder Hinweise auf ehemalige vulkanische Eruptionen oder Sedimentationsvorgänge enthalten. Ebenso spiegeln Böden die Geschichte unserer Kulturlandschaft wider. Besondere Nutzungen oder Bewirtschaftungen lassen sich am Aufbau der Böden ablesen. Neben der punktuellen Bedeutung von Bodenaufschlüssen für die Wissenschaft ist die flächenhafte Ausdehnung bestimmter Böden unter dem Aspekt ihrer Seltenheit oder Entstehungsgeschichte von Bedeutung.

Bewertet wird daher die natur- und kulturhistorische Bedeutung der Böden sowie ihre regionale Seltenheit im südhessischen Raum (vgl. Tab. C - 143).

Die Einstufung der Archivfunktionen orientiert sich u.a. an der Bodenkennwertkarte „Archivfunktion / seltene Böden“ des UVF Frankfurt, welche auf der Zuordnung bestimmter Bodenformengesellschaften beruht. Durch Analogieschluss werden die Bodenformengesellschaften auch außerhalb des UVF - Gebietes den entsprechenden Archivfunktionen zugeordnet.

Tab. C - 143: Bewertungsrahmen zur Archivfunktion für Natur- und Kulturgeschichte / seltene Böden*

Archivfunktion für Natur- und Kulturgeschichte, seltene Böden Ausweisungen	Bedeutung
Böden mit sehr hoher Archivfunktion (Niedermoore) sehr seltene Böden (Podsol-Braunerden)	sehr hoch
Böden mit hoher Archivfunktion und seltene Böden (z. B. Braunerden aus Flugsand, Anmoorgleye, Nassgleye)	hoch
Böden mit mittlerer Archivfunktion, Talauen (z.B. sonstige Auengleye, Auenböden)	mittel
sonstige Böden	gering

* nach Bodenkennwertwertkarte „Archivfunktion / seltene Böden“ des UVF Frankfurt und Analogieschluss auf den südlichen Bereich des Untersuchungsraumes, der außerhalb des UVF-Gebiets liegt

Wälder mit Bodenschutzfunktion

Als fachplanerisches Ziel sind im Untersuchungsraum „Wälder mit besonderer Bodenschutzfunktion“ ausgewiesen. Sie sind in der Flächenschutzkarte Hessen dargestellt. Die Zuweisung beruht auf der Waldfunktionenkartierung des Landes Hessen. In solchen Waldflächen mit einer besonderen Bedeutung für den Bodenschutz wird die forstliche Bewirtschaftung durch diese Schutzfunktion mitbestimmt.

Bodenempfindlichkeiten

Bewertet wird die Empfindlichkeit des Bodens gegenüber potenziellen Belastungen. Die Empfindlichkeit der Böden im Untersuchungsraum wird aufgrund des geogen bedingten Vorrherrschens von basenarmen und relativ durchlässigen Böden aus der Versauerungsgefährdung und wegen der teilweisen Verbreitung grundwasserbeeinflusster Böden mit hohem Anteilen an organischer Substanz aus dem Mineralisationspotenzial (Gefährdung der Freisetzung und des Auswaschens von Nitrat) abgeleitet. Aussagen zur Empfindlichkeit der Böden gegenüber Schadstoffakkumulationen (z. B. Schwermetalle) ergeben sich aus den Ausführungen zur physiko-chemischen Filterfunktion.

- Versauerungsgefährdung

Die Versauerungsgefährdung beschreibt die Empfindlichkeit des Bodens gegenüber dem Eintrag von Säuren und Säurebildnern. Diese stellen vorwiegend Oxidationsprodukte von SO₂ - und NO_x - Emissionen dar und gelangen in der Regel aus der Luft über den Niederschlag (nasse Deposition) oder feuchte (z. B. Nebel) und trockene (z.B. gasförmige) Deposition in den Boden. Dort belasten sie das Pufferungssystem des Bodens und führen, je nach Stärke, durch stufenweisen Zusammenbruch der einzelnen Pufferbereiche (Carbonat-, Silikat-, Kationenaustausch-, Aluminium- und Aluminium/Eisen-Puffer), zur fortschreitenden Versauerung.

Zur Erfassung der Versauerungsgefährdung wird an die Methodik des Umlandverbandes Frankfurt (UVF 1996) angelehnt, welche die Einstufung der Versauerungsgefährdung u.a. aus dem aktuellen pH-Wert im Boden, dem Kalkgehalt, der potentiellen Kationenaustauschkapazität und der Wasserdurchlässigkeit ableitet und anschließend an die Niederschlagshöhe des jeweiligen Standortes anpasst.

Die Versauerungsgefährdung für den nördlichen Teil des Untersuchungsraumes ist so direkt der Bodenkennwertwertkarte „Versauerungsgefährdung“ des UVF zu entnehmen.

Die Versauerungsgefährdung der Böden stellt eine Empfindlichkeit dar, die mit der Pufferfunktion (Filterfunktion) bzw. der Regelfunktion der Böden für den Wasser- und Stoffhaushalt negativ korreliert. Ein Abgleich der Bodenkennwertkarte „Versauerungsgefährdung“ des UVF und der Themenkarte „Nitratrückhaltevermögens des Bodens“ erlaubt den Analogieschluss, dass für den südlichen Bereich des Untersuchungsraumes, der außerhalb des UVF-Gebiets liegt, die Versauerungsgefährdung aufgrund vergleichbarer Niederschlagsverhältnisse und Bodenausgangssubstrate aus der Erfüllung der Regelfunktion der Böden für den Wasser- und Stoffhaushalt abgeleitet werden kann.

Für Standorte, die nach der Themenkarte „Nitratrückhaltevermögens des Bodens“ des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung

- eine sehr geringe bis geringe Feldkapazität im durchwurzelbaren Bodenraum (< 200 mm) und
- keinen potentiellen Stauwassereinfluss

aufweisen, ist so analog der Bodenkennwertkarte „Versauerungsgefährdung“ des UVF Frankfurt eine hohe und sehr hohe Versauerungsgefährdung vorhanden. Der Basenhaushalt, der ebenfalls einen wichtigen Faktor bei der Pufferfunktion eines Bodens darstellt, kann hier unberücksichtigt bleiben, da die Böden mit einem guten Basenhaushalt im Untersuchungsraum durchweg über eine Feldkapazität im durchwurzelbaren Raum > 200 mm verfügen.

Des Weiteren geben Untersuchungen der HLFU (1999g) über die „Säureaustragsgefährdung der Böden“ im Hessischen Ried Aufschluss, zu dem der Untersuchungsraum einen Teilabschnitt darstellt. Die HLFU hat im Rahmen einer GIS-Modellierung zur Ermittlung der „Potenziellen Grundwassergefährdung durch Versauerung im Hessischen Ried“ verschiedene Daten u.a. des Fachinformationssystems (FIS) Boden/Bodenschutz der HLUG inkl. Landnutzungsdaten, Niederschlags- und Immissionsdaten sowie ausgewählte H^+ -Depositionsdaten für SO_2 , SO_4^{2-} und NO_3^- zusammengeführt und damit die Grundwassergefährdung durch Versauerung modellhaft abgeleitet.

- Grundwasserböden und organogene Substrate mit erhöhtem Mineralisationspotenzial

Grundwasserbeeinflusste Böden reagieren am empfindlichsten auf Änderungen der Grundwasserdynamik. Böden mit erhöhten Anteilen an organischer Substanz wie Niedermoor- oder Anmoorböden besitzen ein erhöhtes Mineralisationspotenzial, welches z. B. durch Grundwasserabsenkungen oder direkte Entwässerungen aktiviert wird und zu einer erhöhten Freigabe von Nitrat führen kann. Zur Erhaltung des Nitratrückhaltevermögens dieser Böden ist daher eine Bewahrung des entsprechenden Wasserhaushaltes notwendig.

Die entsprechenden Empfindlichkeiten sind analog der Bedeutung für die Standort-/ Lebensraumfunktion der Böden in

- sehr hoch für extrem wasserbeeinflusste Standorte mit organogenen Substraten,
- hoch für Standorte mit potenziell starkem Grundwassereinfluss und im potenziellen Überflutungsbereich von Auen mit Grundwassereinfluss
- mittel für Standorte mit potenziellem Grundwassereinfluss im Unterboden sowie
- gering für sonstige Böden

einzustufen.

Vorbelastungen

Im Rahmen der Vorbelastungen werden bestehende Boden- bzw. Hintergrundbelastungen anhand von Literatur und Fachgutachten (IF 2001b) dargestellt und verbal-argumentativ bewertet.

Dazu zählen

- Altlasten
- Abgrabungen und Deponien
- versiegelte Flächen und stoffliche Bodenbelastungen entlang vorhandener Verkehrswege
- Versauerung.

5.1.3.2 Bewertungsergebnis

Die Bewertung der Ist-Situation erfolgt anhand folgender Kriterien:

- Bedeutung für Bodenfunktionen
- Ausweisung von Wäldern mit besonderer Bodenschutzfunktion
- Bodenempfindlichkeiten
- Vorbelastungen

Bedeutung für Bodenfunktionen

Funktion als Standort/Lebensraum für Bodenorganismen und natürliche Vegetation

Die Böden des Untersuchungsraums sind, vor allem bezüglich des Wasserhaushaltes und der Nährstoffsituation, in großen Bereichen von extremen Standortbedingungen geprägt. Während im nördlichen und östlichen Bereich zumeist trockene und zum Teil sehr durchlässige und stark saure Böden dominieren, ist im südlichen Bereich der starke bis extreme Wassereinfluss das wesentliche Kriterium zur Einordnung der Bedeutung der Bodenformen bezüglich ihrer Funktion als Standort/Lebensraum für Bodenorganismen und natürliche Vegetation (→ Lebensraumfunktion). Da der Kapillarsaum des Grundwassers bei Sand- und Kiesböden sehr schmal ist, können hier Trocken- und Feuchtstandorte bei geringen Unterschieden der Geländehöhen stark wechseln.

Die Bedeutung der einzelnen Bodenformengesellschaften für die Lebensraumfunktion und deren Verteilung im Untersuchungsraum sind der Anlage C.5.3 zu entnehmen.

Eine sehr hohe Lebensraumfunktion weisen im Untersuchungsraum die Niedermoore und die mit ihnen vergesellschafteten Anmoorgleye sowie die Gleye (z. T. Nass- und Anmoorgleye) aus Flugsand und Terrassensand auf. Daneben verfügen bei entsprechend schlechtem oder mittlerem Basenhaushalt auch Auengleye und Braune Auenböden über eine sehr hohe Bedeutung. Die genannten Bodenformengesellschaften treten schwerpunktmäßig und großflächig südlich der Stadtbahn West (Mönchbruch, Auenbereich des Schwarzbaches), kleinräumig westlich der Stadtbahn West, im Bereich des Hengstbaches bei Zeppeleinheim sowie im Norden des Untersuchungsraumes in der Mainau auf.

Eine hohe Bedeutung für die Lebensraumfunktion besitzen die Bodenformen der physiologisch trockenen Standorte im Untersuchungsraum, die durch ihren schlechten Basenhaushalt eine entsprechende Aufwertung bezüglich ihres Biotopentwicklungspotenzials erfahren. Dies sind insbesondere die Braunerden aus Flugsanden und den Terrassensanden und -kiesen. Des Weiteren sind auch die Gleye des Mainaltlaufs zwischen Niederrad und Kelsterbach sowie verschiedene Gleye (Pseudogley-Gleye, Parabraunerde-Gleye) des Schwarzbaches dieser Bedeutungsstufe zuzuordnen. Bodenformen mit hoher Lebensraumfunktion stellen vor allem auf Grund der großen Ausdehnung der trockenen, durchlässigen Braunerden aus Flugsanden und Terrassensedimenten im nördlichen Untersuchungsraum insgesamt den größten Anteil.

Eine mittlere Lebensraumfunktion erfüllen die Bodenformen der Standorte mit einem ausgeglichenerem Wasserhaushalt wie die Parabraunerden aus Decksediment und Hochflutlehm sowohl auf der Terrassenfläche als auch im Auenbereich des Mains, da sie im Untersuchungsraum durchweg einen schlechten bis mittleren Basenhaushalt aufweisen. Über eine mittlere Bedeutung bezüglich ihrer Lebensraumfunktion verfügen zudem die Kalk-Gleye im Auenbereich des Schwarzbaches, die zwar den grundwasserbeeinflussten Standorten zuzuschreiben sind, aber durch ihren guten Basenhaushalt keine Höherstufung erfahren.

Aufgrund des Vorherrschens extremer bzw. besonderer Standortverhältnisse (Wasserhaushalt, Durchlässigkeit, Basenhaushalt/pH-Wert) sind im Untersuchungsraum Bodenformen mit einer geringen Bedeutung bezüglich ihrer Lebensraumfunktion nicht kartiert.

Regelfunktion für den Wasser- und Stoffhaushalt

Die vorherrschenden Standortverhältnisse im Untersuchungsraum bezüglich Durchlässigkeit und Wassereinfluss prägen auch die Bedeutung der vertretenen Bodenformengesellschaften bezüglich ihrer Regelfunktion für den Wasser- und Stoffhaushalt (→ Regelfunktion). Dabei erreichen die Bodenformen mit ausgeglichenerem Wasserhaushalt und geringerer Durchlässigkeit bzw. einer höheren Stauwirkung prinzipiell eine höhere Bedeutung für die Regelfunktion. Die Regelfunktion wird über das Nitrathaltvermögen der Bodenformen abgeleitet. Die Bedeutung der einzelnen Bodenformengesellschaften bezüglich der Erfüllung der Regelfunktion und deren Verteilung im Untersuchungsraum sind der Anlage C.5.3 zu entnehmen.

Bodenformen mit einer sehr hohen Bedeutung bezüglich ihrer Regelfunktion sind im Untersuchungsraum nicht vorhanden.

Bodenformen mit hoher Regelfunktion beschränken sich im Untersuchungsraum hauptsächlich auf die Parabraunerde- und Pseudogley-Gleye sowie die organogenen Niedermoorstandorte im Einzugsgebiet des Schwarzbaches östlich und südlich der Starbahn West. In geringerem Umfang treten Bodenformen mit hoher Regelfunktion in den Auen und Auenaltläufen des Mains (Anmoorgleye, Auengleye, Parabraunerden) und des Hengstbaches (Vega) auf.

Bodenformen mit mittlerer Regelfunktion treten ebenfalls vor allem im Einzugsgebiet des Schwarzbaches östlich und südlich der Starbahn West (Anmoorgleye u. Kalkgleye) und in den Auen und Auenaltläufen des Mains (Auengleye) auf. Dazu tritt als relativ verbreitete Bo-

denformgesellschaft mit einer mittleren Regelfunktion die Parabraunerde aus Decksediment über Hochflutablagerungen hinzu. Sie besitzt innerhalb des Untersuchungsraums zwei Verbreitungsschwerpunkte, nördlich des bestehenden Parallelbahnsystems in einem Streifen zwischen Kelsterbach und Zeppelinheim sowie südlich des bestehenden Parallelbahnsystems in einem Streifen zwischen dem Mönchhofdreieck und dem Bereich Walldorf.

Bodenformen mit geringer Regelfunktion nehmen im Untersuchungsraum den größten Anteil ein. Auch dies ist auf die großflächige Ausdehnung der durchlässigen Braunerden aus Flugsanden und Terrassensedimenten v.a. im nördlichen Teil des Untersuchungsraums zurückzuführen. Eine geringe Regelfunktion erfüllen jedoch auch die nach Süden zunehmenden Gley-Braunerden und Gleye (steigender Grundwassereinfluss) aus Flugsanden und Terrassensedimenten.

Funktion als Filter, Puffer und Transformator von Schadstoffen

Die Funktion des Bodens als Filter, Puffer und Transformator von Schadstoffen (→ Filter-/Pufferfunktion) korreliert vor allem in der geringen und mittleren Bedeutungsstufen deutlich mit der Regelfunktion des Bodens, auch wenn die zu Grunde gelegten Einflussfaktoren vielfältiger sind (Feldkapazität, relative Bindungsstärke, Grundwassereinfluss, Auendynamik). Aufgrund der geringen bis sehr geringen relativen Bindungsstärke der Böden im größten Teil des Untersuchungsraums sowie des v.a. nach Süden hin deutlichen Grundwassereinflusses treten weitgehend nur Bodenformengesellschaften mit geringer und mittlerer Filter-/Pufferfunktion auf. Die Bedeutung der einzelnen Bodenformengesellschaften bezüglich der Erfüllung der Filter-/Pufferfunktion und deren Verteilung im Untersuchungsraum sind der Anlage C.5.3 zu entnehmen.

Bodenformengesellschaften mit sehr hoher und hoher Bedeutung für die Filter-/Pufferfunktion beschränken sich sehr kleinräumig auf den Bereich der jüngeren Auen- und Hochflutlehmgebiete des Mains im Norden und Nordwesten des Untersuchungsraums (Parabraunerden, Auengleye).

Eine mittlere Filter-/Pufferfunktion weisen v.a. Bodenformen im Auenbereich des Schwarzbaches (Kalkgley, Pseudogley-Gley, Parabraunerde-Gley, Niedermoor) auf sowie die Parabraunerden aus Decksediment über Hochflutablagerungen, die verstärkt in einem Streifen zwischen Kelsterbach und Zeppelinheim sowie zwischen dem Mönchhofdreieck und dem Bereich Walldorf auftreten.

Bodenformen mit geringer Filter-/Pufferfunktion dominieren vor allem in der nördlichen Hälfte des Untersuchungsraumes und stellen auch insgesamt im Untersuchungsraum den größten Flächenanteil. Dies ist, wie schon bei der Regelfunktion, ebenfalls auf die großflächige Ausdehnung der auf den Ausgangssubstraten Flugsande und Terrassensande/-kiese beruhenden Bodenformengesellschaften Braunerde, Gleye und ihren Übergangsformen zurückzuführen. Als weitere Bodenformen mit geringer Filter-/Pufferfunktion sind die Anmoor- und Pseudogley-Gleye im Mainaltlauf zwischen Niederrad und Kelsterbach sowie im Bereich des Schwarzbaches südlich der Startbahn West zu nennen.

Archivfunktion für Natur- und Kulturgeschichte / seltene Böden

Eine besondere Funktionserfüllung des Bodens als Archiv für Natur- und Kulturgeschichte incl. das Auftreten regional seltener Böden (→ Archivfunktion) ist im Untersuchungsraum nicht flächendeckend gegeben. Den Bodenformengesellschaften ohne eine besondere Archivfunktion (sehr hohe, hohe oder mittlere Archivfunktion) wurde daher generell eine geringe Bedeutung zugeordnet. Die Bedeutung der einzelnen Bodenformengesellschaften bezüglich der Erfüllung der Archivfunktion und deren Verteilung im Untersuchungsraum sind der Anlage C.5.3 zu entnehmen.

Bodenformen mit einer sehr hohen Bedeutung bezüglich ihrer Archivfunktion beschränken sich auf die Niedermoore der Schwarzbachau im Süden sowie auf die für Südhessen sehr seltenen Podsol-Braunerden auf der Terrassenkante im Norden des Untersuchungsraums. Geotope sind im Untersuchungsraum nicht ausgewiesen.

Eine hohe Archivfunktion weisen die Braunerden aus Flugsanden auf, die bis auf wenige Ausnahmen im äußersten Süden (Mönchbruch) und äußersten Norden (Mainaltlauf) in Einzelflächen verteilt über den ganzen Untersuchungsraum auftreten. Größere zusammenhängende Gebiete mit Braunerden aus Flugsand befinden sich v. a. im Bereich des Mönchwaldes und des Kelsterbacher Waldes (nördl. der BAB A 3) sowie östlich Walldorf. Im südlichen Bereich treten zu den Braunerden aus Flugsand Anmoorgleye der Schwarzbachau als Bodenformen mit hoher Archivfunktion hinzu. Nördlich der Kelsterbacher Terrasse erfüllen großflächig die Auen-Anmoorgleye des Mainaltlaufs zwischen Niederrad und Kelsterbach eine hohe Archivfunktion.

Eine mittlere Archivfunktion erfüllen die sonstigen Auenböden bzw. Bodenformen der Talauen im Untersuchungsraum. Hier sind großflächig im Süden die Pseudogley-Gleye und Kalkgleye im Bereich der Schwarzbachau aufzuführen. Im Nordwesten des Untersuchungsraumes erfüllen kleinräumig die Auengleye des Mains westlich des Mönchwaldes eine mittlere Archivfunktion.

Die sonstigen Bodenformen im Untersuchungsraum besitzen hinsichtlich der Erfüllung einer Archivfunktion eine geringe Bedeutung.

Wälder mit besonderer Bodenschutzfunktion

Die Bedeutung der nach Flächenschutzkarte Hessen ausgewiesenen „Wälder mit Bodenschutzfunktion“ ergibt sich per se aus ihrem fachplanerischen (faktischen) Schutzstatus.

Bodenempfindlichkeiten

Versauerungsempfindlichkeit

Insgesamt bestimmen auch bei der Versauerungsempfindlichkeit die ausgedehnten Flächen mit Braunerden und Gley-Braunerden aus Flugsand und Terrassensedimenten das Bild des Untersuchungsraumes. Die genannten Bodenformengesellschaften sind aufgrund ihres ba-

senarmen Ausgangssubstrates, der starken Durchlässigkeit und der geringen Pufferkapazität potenziell als stark versauerungsempfindlich einzustufen. Aufgrund der genannten Parameter geht mit der hohen Versauerungsempfindlichkeit auch eine angespannte Basen- bzw. Nährstoffversorgung einher.

Die Bodenformen, die sich auf Grundlage von Hochflut- oder jüngeren Auenlehmlagerungen entwickelt haben, sind dagegen aufgrund ihrer höheren Feldkapazität und einer höheren relativen Bindungsstärke als weniger versauerungsgefährdet einzustufen. Die Lage der stark versauerungsempfindlichen Bodenformen im Untersuchungsraum ist der Anlage C.5.2 zu entnehmen.

Grundwasserböden und organogene Substrate mit erhöhtem Mineralisationspotenzial

Die Empfindlichkeit grundwasserbeeinflusster Böden gegenüber Änderungen des Wasser- und Stoffhaushalts ergibt sich aus der vorhandenen Einflussstärke und Dynamik der bestehenden Grundwasserverhältnisse und der - durch die mehr oder weniger stetige Vernässung bedingten - Anreicherung von organischer Substanz. Die Empfindlichkeit der einzelnen Bodenformengesellschaften gegenüber Änderungen der Grundwasserdynamik bzw. der Mineralisationsbedingungen (z. B. Gefahr der Auswaschung von Nitrat) und deren Verteilung im Untersuchungsraum sind der Anlage C.5.2 zu entnehmen.

Die Niedermoorböden als extrem wasserbeeinflusste und organogene Böden besitzen eine sehr hohe Empfindlichkeit gegenüber Änderungen des Wasserhaushaltes. Sie treten im Süden des Untersuchungsraums in mehreren Bereichen der Aue des Schwarzbaches auf.

Eine hohe Empfindlichkeit weisen diesbezüglich folgende Bodenformengesellschaften im Untersuchungsraum auf:

- die im Süden des Untersuchungsraum vermehrt auftretenden Anmoorgleye im Auenbereich des Schwarzbaches,
- die Gleye (örtl. Nassgley und Anmoorgley) der Flugsand- und Terrassensandgebiete westlich und östlich der Startbahn West und vereinzelt im Mainaltlauf zwischen Kelsterbach und Niederrad sowie
- die braunen Auenböden (Vega) und Auengleyen im Nahbereich Bereich des Hengst- und Schwarzbaches.

Über eine mittlere Empfindlichkeit gegen Änderungen des Wasserhaushaltes verfügen:

- im Norden und Nordwesten des Untersuchungsraumes die Auen- und Anmoorgleye der Mainaue mit stark abgesenkten Grundwasserständen,
- die Gley-Braunerden aus Terrassensanden und Flugsanden
- die Kalkgleye und Parabraunerde-Gleye im Einzugsgebiet des Schwarzbaches

Für die sonstigen Böden im Untersuchungsraum ist kein nennenswerter Grundwassereinfluss vorhanden (z. B. trockene Braunerden aus Flugsanden und Terrassensedimenten) bzw. sie verfügen über eine relativ gute Wasserspeicherefähigkeit, so dass der Einfluss von potenziellen Grundwasser im Unterboden deutlich zurücktritt.

Vorbelastungen

Altlasten, Abgrabungen und Deponien

Die im Untersuchungsraum zum Schutzgut Boden in den Teiluntersuchungsräumen des Fachgutachtens G 11 (IF 2001b) ermittelten und im Teil C.5.1.2.1 behandelten altlastenrelevanten Objekte werden keiner bodenkundlich ausgerichteten Bewertung unterzogen. Soweit sie sich innerhalb der von der Bodenkartierung abgedeckten Flächen befinden und es sich um hinreichend definierte und lokalisierte Bereiche handelt, werden sie in der Anlage C.5.1 dargestellt. In diesen Fällen wird dadurch deutlich gemacht, dass die Böden in ihrer Horizontabfolge verändert und ihren natürlichen Funktionen gemindert sein können, obwohl dies aus der Bodenkarte nicht ablesbar ist. Es sind dies primär im Rahmen der Altlastenerkundung ermittelte Aufschüttungen oder Auffüllungen von ehemaligen Abgrabungen und die Altlastenverdachtsflächen aufgrund von Kriegseinwirkungen. Die Projektrelevanz und der bodenkundliche Bezug besteht darin, dass bei Bestätigung des Altlastenverdacht im Zusammenhang mit Maßnahmen zum Schutze des Grundwassers und der Gewässer Bodenaustausch erforderlich wird.

Versiegelungsgrad und stoffliche Vorbelastungen im Bereich von Verkehrs- und Siedlungsflächen

Ein weiterer bewertungsmäßig schwer zu fassender Aspekt der Vorbelastung von Böden ist der Grad ihrer Versiegelung. Dieser Aspekt kann deshalb kontrovers diskutiert werden, weil bei voll oder auch nur teilweise versiegelten Flächen schon grundsätzlich die Frage besteht, ob und unter welchen Bedingungen noch von natürlich gewachsenen und gelagerten Böden z.B. im Sinne des BBodSchG gesprochen werden kann. Um der Erfordernis der möglichst weitgehenden Erhaltung auch von Boden-Teilfunktionen, insbesondere der Aufnahme und Durchlässigkeit von Oberflächenwasser, Rechnung zu tragen, werden die bodenkundlich nicht mehr charakterisierbaren Siedlungs- und Verkehrsflächen des Untersuchungsraumes in der Bestands- und Auswirkungsprognose einer differenzierenden Betrachtung ihres Versiegelungsgrades unterworfen. Dazu werden für den Planungsfall der Varianten jeweils die versiegelten und die nicht versiegelten Flächen unterschieden.

Im Kapitel Teil C.5.1.2.1 ist bereits dargelegt und begründet worden, dass die Definition und Abgrenzung von Vorbelastungszonen an Verkehrswegen unter Berücksichtigung des Projektcharakters und der Lage des Untersuchungsraumes innerhalb eines Ballungsgebietes nicht zielführend ist. Dementsprechend erfolgt auch keine bodenkundefachliche oder sonstige gesonderte Bewertung.

Versauerung

Zur Versauerung der Böden im Untersuchungsraum lässt sich zusammenfassend feststellen, dass v.a. als Folge der geogenen Ausgangsbedingungen, aber auch aufgrund der Lage in einem Ballungsgebiet mit hohem Verkehrs- und Emissionsaufkommen sowie dem hohen Anteil an Waldbeständen (Auskämmeffekte) eine deutliche Vorbelastung vorhanden ist.

Auf den pufferarmen Böden der Kelsterbacher Terrasse (vgl. Regel- und Filter-/Pufferfunktion Teil C.5.2.1, HLFU 1999) ist in Teilbereichen von stark versauerten Oberböden und pH-Werten im Aluminium/Eisen-Pufferbereich auszugehen (HLUG 2001).

Die aktuelle Belastung der Böden des Gebietes durch atmogene Säure- und Schadstoffdepositionen als auch die Schadstoffgehalte der Böden werden jedoch - trotz der hohen Emissionen in der Region - als mäßig in Relation zur Lage in einem Ballungsgebiet eingestuft. Alle Spurenstoffe liegen im Bereich der hessischen Hintergrundwerte. Diese Einhaltung der nach Ausgangsgestein und Gebietstyp differenzierten Hintergrundwerte ist in den Auswertungen der Boden-Dauerbeobachtungsfläche des HLUG am Flughafen Frankfurt Main dokumentiert (HLUG 2001). Die hierfür verwendeten Bewertungshilfen beruhen auf der 1998 durch die Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) zusammengestellten Orientierungsliste für Hintergrundwerte in Böden (HLUG 2001). Bei den pH-Werten des Niederschlages (1982-1991, HFV1993) als auch des Bodens (Humuslysimeter, 1992-2000, HLUG 2001) sind in den letzten 10 bis 20 Jahren leicht steigende Tendenzen zu erkennen. Hier spiegelt sich auch die Abnahme der Gesamtsäuredeposition in Hessen (HMULF 2000c) sowie in Deutschland (UBA 2001) wider.

5.1.4 Status-Quo-Prognose

Der Prognosenullfall (2015) beinhaltet im Wesentlichen eine Kapazitätsauslastung des bestehenden Start- und Landebahnsystems des Flughafens sowie Baumaßnahmen innerhalb des Flughafenzauns. Die entsprechende Status-Quo-Prognose ergibt für die im Rahmen der Raumanalyse bewerteten Bodenflächen daher keine direkte Inanspruchnahme, da die Böden des Innenbereichs des Flughafens Frankfurt von der bodenkundlichen Bewertung (Funktionen, Empfindlichkeiten) ausgenommen wurden. Dies wurde notwendig, weil vor dem Hintergrund der tatsächlichen und angenommenen anthropogenen Überprägung und Funktionsbeeinträchtigung der Böden im Innenbereich des Flughafens Frankfurt Main diese auch in den offiziellen, der Bearbeitung des Schutzgutes zu Grunde liegenden Boden- und Themenkarten nicht erfasst und bewertet werden (Weißflächen).

Jedoch sind die Innenflächen des Flughafens im Kapitel Vorbelastungen behandelt und in versiegelte und unversiegelte Bereiche differenziert worden. Nachfolgend wird die Entwicklung des Versiegelungsgrades innerhalb des Flughafengeländes im Rahmen der Status-Quo-Prognose behandelt. Einen zusammenfassenden Vergleich der geschätzten Teilflächen-Versiegelungsgrade des Flughafengeländes im Bestand, bezogen auf das Jahr 2000, und im Prognose-Null-Fall (2015) gibt Tabelle Tab. C - 144.

Tab. C - 144: Versiegelungsgrad des Flughafengeländes im Bestand 2000 und im Prognosenullfall 2015

Gesamtgröße	Versiegelung Ist-Bestand 2000		Versiegelung Prognosenullfall 2015	
	ha	%	ha	%
1.927	884	46	1.026	53

Quelle: Ausbauprogramm Flughafen - Generalsausbauplan (2000)

Tabelle Tab. C - 144 ist zu entnehmen, dass im Prognosenullfall (2015) der prozentuale Anteil der versiegelten Fläche innerhalb des bestehenden Flughafengeländes von 46 % (Bestand 2000) auf 53 % zunehmen wird. Die Zunahme entspricht einer absoluten Menge von ca. 142 ha und bedeutet eine Steigerung der Vorbelastung für den Prognosenullfall.

Im Zuge der Kapazitätserweiterung im Rahmen der Realisierung der verschiedenen Planungsfälle ist von einer Steigerung der jährlichen Flugbewegungen und einer damit verbundene Steigerung von Emissionen an Säurebildnern und Schadstoffen auszugehen (vgl. Teil B, Teil C.8). Diese Erhöhung ermöglicht jedoch in Anbetracht

- der nicht eindeutig nachvollziehbaren Transmissions- und Immissionspfade,
- der bestehenden Vor- und Hintergrundbelastung im Gebiet,
- der überregionalen Entwicklungen der Gesamtsäuredeposition,

sowie vor dem Hintergrund

- der Ergebnisse aus dem Beweissicherungsverfahren zur Starbahn West (HFV 1993) und
- der Auswertungen der Boden-Dauerbeobachtungsfläche an der Startbahn West (HLUG 2001)

keine Prognose einer signifikanten Versauerungswirkung auf die Böden des Untersuchungsraumes.

5.2 Auswirkungsprognose und -bewertung

5.2.1 Übersicht über die Auswirkungskategorien

Die zu berücksichtigenden Auswirkungskategorien und die jeweilig angewandten Prognosemethoden sind in der nachfolgenden Tab. C - 145 zusammengefasst.

Zur projektbedingten Inanspruchnahme von Flächen mit ihren in der Raumanalyse dargestellten und bewerteten Bodenfunktionen werden quantitative Prognosen durchgeführt. Dabei wird zwischen Flächen- bzw. Funktionsverlust durch Überbauung und Vollversiegelung (Gebäude, Start- und Landebahnen etc.) und Funktionsbeeinträchtigung bei Bodenflächen, die zwar unterschiedlich beeinträchtigt, aber nicht dauerhaft versiegelt werden, unterschieden. Versiegelte und überbaute Flächen verlieren die bodentypischen Eigenschaften und ihre davon abhängigen Funktionen vollständig und dauerhaft. Daneben sind die restlichen Bodenflächen des Baumgriffes von Maßnahmen zur Herrichtung und Umgestaltung des Geländes betroffen, indem u.a. die Vegetationsdecke entfernt und das Planum hergestellt

wird. Durch Abtrag, Umlagerung, Überschüttung, Einbau mit Verdichtung oder Verdichtung durch Befahrung werden hier sämtliche natürlich gelagerte Böden in ihrem Gefüge und Struktur so stark gestört, dass ihre wertbestimmenden Merkmale und Funktionen in verschiedenem Grad beeinträchtigt bzw. teilweise verloren gehen. Nach Bauabschluss sind diese Flächen aber nicht versiegelt und können in Abhängigkeit ihrer Lage, ihrer veränderten Eigenschaften und neuen Funktionen als Bestandteil der Flughafenanlagen, in eingeschränktem Maße wieder Bodenfunktionen übernehmen. Die verschiedenen Beeinträchtigungsarten können nach derzeitigem Planungsstand nicht flächenhaft differenziert ermittelt werden. Die beiden genannten Auswirkungskategorien Funktionsverlust und Funktionsbeeinträchtigung werden vorwiegend als anlagebedingt eingestuft.

Der Verlust von nach Flächenschutzkarte Hessen ausgewiesenen Waldflächen mit Bodenschutzfunktion ist ebenfalls anlagebedingt, also dauerhaft, und wird in Flächenbilanzen variantenbezogen dokumentiert.

Über diese direkt und mit Sicherheit betroffenen Areale hinausgehende, potenzielle Auswirkungen sind nicht quantifizierbar und werden qualitativ eingeschätzt bzw. verbalargumentativ abgehandelt. Dies betrifft unterschiedliche potenzielle bau-, anlagen- und betriebsbedingte Projektauswirkungen in den Bereichen Wasserhaushaltsänderungen, Schadstoffdeposition und Altlasten (vgl. Tab. C - 145).

Tab. C - 145: Auswirkungskategorien und Prognosemethoden im Schutzgut Boden

Auswirkungskategorie	Prognosemethode	Bilanzgröße
anlagebedingt		
Verlust von Böden mit ihren spezifischen Bodenfunktionen (Flächen-/Funktionsverlust) durch Überbauung / dauerhafte Versiegelung	Verlustflächenermittlung (getrennt für einzelne Bodenfunktionen und Wertstufen)	ha
Beeinträchtigung von Böden mit ihren spezifischen Bodenfunktionen (Funktionsbeeinträchtigung) durch Auftrag, Abtrag, Umlagerung, Verdichtung etc. (Störung von Bodengefüge und -struktur)	Flächenermittlung (getrennt für einzelne Bodenfunktionen und Wertstufen)	ha
Verlust von Wald mit Bodenschutzfunktion (Flächen-/Funktionsverlust) durch Rodung	Verlustflächenermittlung (innerhalb Randzone nach BMV 1971)	ha
Potenzielle Erhöhung der Stickstoffmineralisation (N-Mineralisation) durch Veränderung des Bodenwasserhaushaltes in Folge von Baumaßnahmen, Entwässerung etc.	verbal - argumentative Gefährdungsabschätzung	--
betriebsbedingt		
Beeinträchtigung von Böden durch stoffliche Einträge	verbal - argumentative Gefährdungsabschätzung	--
baubedingt		
Aufschluss von Altlastenstandorten	verbal - argumentative Gefährdungsabschätzung	Anzahl ha

5.2.2 Verlust und Beeinträchtigung von Bodenfunktionen

5.2.2.1 Methode der Auswirkungsprognose und -bewertung

Die projektbedingte Inanspruchnahme von Böden mit ihren Bodenfunktionen wird in diesem Auswirkungskomplex zusammengefasst, jeweils für die in der Raumanalyse beschriebenen wertgebenden Bodenfunktionen ermittelt und anhand des folgenden Bewertungsrahmens eingestuft (Tab. C - 146). In dem Bewertungsrahmen erfolgt eine Verknüpfung zwischen der Wirkungsintensität bzw. -art (Funktionsverlust, Funktionsbeeinträchtigung) und der Bedeutung der betroffenen Flächen für die einzelnen Bodenfunktionen.

Tab. C - 146: Bewertungsrahmen für den Verlust und die Beeinträchtigung von Flächen mit spezifischen Bodenfunktionen

Wertstufe	Bezeichnung	Kriteriumsausprägung	Erläuterung
A	Bereich starker Umweltauswirkungen	Verlust von Flächen mit sehr hoher und hoher Bedeutung für Bodenfunktionen	Nach BBodSchG § 1 sind die Funktionen des Bodens durch Abwehr schädlicher Bodenveränderungen nachhaltig zu sichern
B	Bereich deutlicher Umweltauswirkungen	Verlust von Flächen mit mittlerer Bedeutung für Bodenfunktionen Beeinträchtigung von Flächen mit sehr hoher Bedeutung für Bodenfunktionen	Nach BBodSchG § 1 sind die Funktionen des Bodens durch Abwehr schädlicher Bodenveränderungen nachhaltig zu sichern
C	Bereich mäßiger Umweltauswirkungen	Verlust von Flächen mit geringer Bedeutung für Bodenfunktionen Beeinträchtigung von Flächen mit hoher Bedeutung für Bodenfunktionen	Nach BBodSchG § 1 sind die Funktionen des Bodens durch Abwehr schädlicher Bodenveränderungen nachhaltig zu sichern
R E L E V A N Z S C H W E L L E			
D	Bereich unerheblicher Umweltauswirkungen	Sonstige Beeinträchtigungen von Flächen mit Bedeutung für Bodenfunktionen	

5.2.2.2 Prognose der Auswirkungen

In diesem Abschnitt sind nach den jeweiligen Bodenfunktionen getrennt die durch dauerhafte Versiegelung bedingten Verluste und die durch sonstige Inanspruchnahme in ihren Bodenfunktionen beeinträchtigten Flächen aufgeführt. Diese Bilanzen beziehen bei den drei Bahnvarianten jeweils den variantenunabhängigen Erweiterungsbereich und die jeweiligen Zusammenhangsmaßnahmen mit ein.

Funktionsübergreifend sind zunächst die bei den Varianten insgesamt durch Versiegelung bzw. Beeinträchtigung von Flächen mit bewerteten Bodenfunktionen in Anspruch genommenen Flächen von Interesse.

Tab. C - 147: Gesamtinanspruchnahme von Flächen mit bewerteten Bodenfunktionen in den Varianten

	Variante Nordwest	Variante Nordost	Variante Süd
Inanspruchnahme von Flächen	betroffene Flächen in ha		
Verlust von Flächen mit Bodenfunktionen	161	165	206
Beeinträchtigung von Flächen mit Bodenfunktionen	180	237	187
Summe	341	402	393
	Angabe in %		
Versiegelungsgrad gesamt*	45	39	52
Versiegelungsgrad ohne variantenunabhängigen Erweiterungsbereich **	23	21	43

* Versiegelungsgrad im Planungsfall incl. des variantenunabhängigen Erweiterungsbereiches

** Versiegelungsgrad im Planungsfall jeweils ohne variantenunabhängigen Erweiterungsbereich (nur Landebahn- bzw. Startbahnbereiche der verschiedenen Varianten)

Aus Tab. C - 147 ist ersichtlich, dass hinsichtlich der insgesamt erforderlichen Inanspruchnahme von Flächen mit bewerteten Bodenfunktionen v.a. zwischen der Variante Nordwest und den beiden anderen Varianten deutliche Unterschiede bestehen. So hat Variante Nordwest im Vergleich mit Variante Süd einen 52 ha geringeren und gegenüber Variante Nordost einen ca. 61 ha geringeren Flächenbedarf. Dies ist teilweise (rd. 20 ha) dadurch begründet, dass bei Variante Nordwest Flächen in Anspruch genommen werden, die aufgrund der Nutzung als Siedlungsfläche (Umspannwerk) in den zu Grunde liegenden Bodenkarten als Weißflächen dargestellt sind, d. h. funktional nicht bewertet werden und daher in die Bilanz nicht eingehen. Sie sind in Anlage C.5.1 als Weißflächen dargestellt. Variante Süd hat 45 ha bzw. 41 ha höhere Verluste von Flächen mit Bodenfunktionen durch dauerhafte Versiegelung als die beiden Nord-Varianten. Als zusätzliche Information ist in Tab. C - 147 der Versiegelungsgrad der von den Planfällen in Anspruch genommenen Flächen angegeben.

In der nachfolgenden Tab. C - 148 erfolgt die quantitative Prognose der Verluste und Beeinträchtigungen von Flächen getrennt nach den vier zur Bestandsbewertung herangezogenen Bodenfunktionen. Die Definitionen der Begriffe Verlust und Beeinträchtigung von Flächen mit Bodenfunktionen erfolgen in Teil C.5.2.1 und sind dort in Tab. C - 145 zusammenfassend dargestellt.

Tab. C - 148: Prognoseergebnis für den Verlust und die Beeinträchtigung von Flächen mit spezifischen Bodenfunktionen

		Variante Nordwest	Variante Nordost	Variante Süd
Verlust von Flächen mit Bodenfunktionen				
Bodenfunktion	Bedeutung	Verlustfläche in ha		
Lebensraumfunktion	sehr hoch	--	--	--
	hoch	138	140	154
	mittel	23	25	52
	gering	--	--	--
Regelfunktion	sehr hoch	--	--	--
	hoch	2	2	19
	mittel	21	23	46
	gering	138	140	141
Filterfunktion	sehr hoch	--	--	--
	hoch	--	--	--
	mittel	23	25	65
	gering	138	140	141
Archivfunktion	sehr hoch	--	--	--
	hoch	56	59	62
	mittel	--	--	--
	gering	105	106	144
Beeinträchtigung von Flächen mit Bodenfunktionen				
Bodenfunktion	Bedeutung	Beeinträchtigungsfläche in ha		
Lebensraumfunktion	sehr hoch	--	--	7
	hoch	177	223	129
	mittel	3	14	51
	gering	--	--	--
Regelfunktion	sehr hoch	--	--	--
	hoch	1	--	27
	mittel	2	14	45
	gering	177	223	115
Filterfunktion	sehr hoch	--	--	--
	hoch	1	--	--
	mittel	2	14	71
	gering	177	223	116

		Variante Nordwest	Variante Nordost	Variante Süd
Archivfunktion	sehr hoch	--	--	--
	hoch	37	51	57
	mittel	--	--	4
	gering	143	185	126

Verluste von Flächen mit sehr hoher Bedeutung für eine Bodenfunktion durch Überbauung und dauerhafte Versiegelung treten bei keiner Variante auf.

Bei der Variante Süd werden im Falle der Lebensraumfunktion auf ca. 7 ha Flächen mit der höchsten Wertstufe beeinträchtigt. Bezüglich des Verlustes von Flächen weisen die Varianten Nordwest und Nordost bei der hohen und mittleren Wertstufe der Lebensraumfunktion untereinander geringe Abweichungen auf, während Variante Süd hier deutlich mehr Flächen beansprucht.

Bei der Regelfunktion und besonders bei der Filter-/ Pufferfunktion fällt variantenübergreifend auf, dass die betroffenen Bereiche sich überwiegend auf die Wertstufe gering beziehen, während Bodenflächen mit mittlerer Bedeutung für die Regel- bzw. Filter-/ Pufferfunktion in deutlich geringerem Umfang betroffen sind. Flächen mit hoher Bedeutung für die Filter-/ Pufferfunktion sind nicht, für die Regelfunktion insbesondere bei der Versiegelung nur in sehr geringem Umfang betroffen. Dies ist mit der großen Verbreitung von Bodenformen mit geringer Bedeutung für diese beiden Bodenfunktionen im Untersuchungsraum zu begründen (vgl. Teil C.5.1 und Anlage C.5.3).

Die Archivfunktion ist mit der höchsten Wertstufe nur im Südosten des Untersuchungsraumes vertreten, aber von keiner Variante betroffen (vgl. Anlage C.5.3). In der Wertstufe mit hoher Bedeutung nehmen sowohl bezüglich des Funktionsverlustes als auch der Funktionsbeeinträchtigung die betroffenen Flächen von der Nordwest- über die Nordost- zur Südvariante zu, so dass hier zwischen der erst- und letztgenannten insgesamt ein Unterschied von ca. 20 ha besteht.

5.2.2.3 Bewertung der Auswirkungen

Bodenfunktionenübergreifende quantitative Bewertung

Beim Schutzgut Boden ist als übergeordneter Konflikt, d. h. unabhängig von spezifischer Funktion und Bewertung, die Quantität zu berücksichtigen, in der Flächen mit bewerteten Bodenfunktionen projektbedingt verloren gehen oder beeinträchtigt werden. Daher wird zunächst die quantitative Flächenbilanz mit charakteristischen Daten der Flächeninanspruchnahme betrachtet und variantenbezogen bewertet. Die für das Projekt insgesamt erforderliche Inanspruchnahme von im Schutzgut Boden funktional bewerteten Flächen liegt je nach Variantenwahl zwischen 341 ha und 402 ha. Die Variante Nordwest hat hier einen 61 ha bzw. 52 ha geringeren Flächenbedarf als die Varianten Nordost bzw. Süd.

Der Versiegelungsgrad der insgesamt erforderlichen Erweiterungsflächen liegt je nach Variante zwischen 39 % und 52 % (vgl. Tab. C - 3). Insgesamt werden bei Realisierung der geplanten Varianten für die Varianten Nordwest und Nordost ca. 161 bzw. 165 ha und für Variante Süd rd. 206 ha dauerhaft versiegelt.

Variante Süd hat bei einem hohen Flächenbedarf zugleich den höchsten Versiegelungsgrad (52 %), weist daher rein quantitativ, d. h. ohne Berücksichtigung spezifischer Bodenfunktionen, die umfangreichsten Projektauswirkungen auf und hat diesbezüglich deutliche Nachteile gegenüber den Nordvarianten. Der hohe Versiegelungsgrad der Variante Süd ist durch die Doppelfunktion als Start- und Landebahn bedingt. Die Variante Nordost stellt den höchsten Gesamtbedarf an im Schutzgut Boden funktional bewerteten Flächen, hat aber mit 39 % den geringsten Versiegelungsgrad - ein Hinweis darauf, dass dieser Standort Nachteile hinsichtlich einer möglichst flächensparenden Anordnung der Anlagen aufweist. Variante Nordwest hat im Vergleich zu den beiden anderen Varianten einen deutlich geringeren Gesamtflächenbedarf und mit 45 % einen relativ hohen Versiegelungsgrad - ein Hinweis darauf, dass sich die erforderlichen Anlagen und das dahinterstehende Betriebskonzept hier insgesamt flächenschonender realisieren lassen.

Bodenfunktionenspezifische Bewertung

Wenn der Verlust und die Beeinträchtigungen der unterschiedlichen Bodenfunktionen unter Berücksichtigung ihrer Qualität bilanziert wird, ergeben sich die in Tab. C - 149 dargestellten Bewertungsergebnisse. Als Konfliktschwerpunkte sind die Zonen zu nennen, die von starken Auswirkungen auf die Umwelt (Stufe A) betroffen sind. Die EDV-gestützt über Verknüpfung nach dem in Kapitel Teil C.5.2.2.1 dargestellten Bewertungsrahmen ermittelten drei Zonen der Umweltauswirkungsstufen (A bis C) sind für die einzelnen Varianten in den Anlagen C.5.4 bis C.5.6 dargestellt. Starke Umweltauswirkungen (Stufe A) ergeben sich z.B. dort, wo Bodenfunktionen mit sehr hoher und hoher Wertigkeit von Flächenverlusten durch Überbauung (z. B. Flächen der Süderweiterung) und Versiegelung (z.B. Pisten) überlagert sind.

Tab. C - 149: Bewertungsergebnis für den Verlust und die Beeinträchtigung von Flächen mit spezifischen Bodenfunktionen

	Variante Nordwest	Variante Nordost	Variante Süd
Inanspruchnahme von Flächen mit Bodenfunktionen:			
Wertstufe der Auswirkung	betroffene Flächen in ha		
Lebensraumfunktion			
Wertstufe A	138	140	154
Wertstufe B	23	25	59
Wertstufe C	177	223	129

	Variante Nordwest	Variante Nordost	Variante Süd
Regelfunktion			
Wertstufe A	2	2	19
Wertstufe B	21	23	46
Wertstufe C	139	140	168
Filter-/Pufferfunktion			
Wertstufe A	--	--	--
Wertstufe B	23	25	65
Wertstufe C	139	140	141
Archivfunktion			
Wertstufe A	56	59	62
Wertstufe B	--	--	--
Wertstufe C	142	157	201

Auf der Ebene der verschiedenen spezifischen Bodenfunktionen werden nachfolgend die wesentlichen Konflikte hervorgehoben und variantenbezogen erläutert und bewertet.

- Bereiche mit starken Umweltauswirkungen (Wertstufe A) treten überwiegend durch Versiegelung von Flächen mit hoher Bedeutung für die Lebensraumfunktion, in geringerem Umfang auch für die Archivfunktion und die Regelfunktion auf.
- Mit Ausnahme der Lebensraumfunktion fällt jeweils ein hoher, teilweise der überwiegende Teil der betroffenen Flächen in die Wertstufe D und bleibt damit unterhalb der Relevanzschwelle.
- Bei Betrachtung der Lebensraumfunktion weisen alle Varianten einen hohen Anteil von betroffenen Flächen mit starken Umweltauswirkungen (Stufe A) auf. Hier werden Flächen mit hoher Bedeutung (Biotopentwicklungspotenzial) dauerhaft versiegelt. Variante Süd übertrifft dabei die Nord-Varianten (rd. 140 ha) um ca. 15 ha, bei den deutlichen Umweltauswirkungen (Stufe B) nochmals um rd. 35 ha. In Variante Süd werden in diesem Rahmen in geringem Umfang Flächen mit sehr hoher Bedeutung für die Lebensraumfunktion (Gleye aus fluviatilen Kiesen und Sanden) in Anspruch genommen. Die Versiegelungen sonstiger Flächen, die zu starken Umweltauswirkungen führen (i.d.R. Braunerden aus fluviatilen Kiesen und Sanden und aus Flugsand), weisen eine hohe Bedeutung für die Lebensraumfunktion auf. Die nördlichen Varianten sind im Vergleich mit der Südvariante bei Betrachtung dieser Bodenfunktion eindeutig vorzuziehen. Weil bei Variante Nordwest in den drei Auswirkungsstufen jeweils weniger Flächen betroffen sind und sie außerdem im Vergleich zu Variante Nordost einen ca. 61 ha geringeren Gesamtbedarf an Flächen mit Bedeutung für die Lebensraumfunktion aufweist, wird sie bezüglich dieser spezifischen Bodenfunktion am besten eingestuft.
- Bei der Regelfunktion tritt ein Konfliktschwerpunkt mit bedeutendem Flächenumfang (19 ha) nur durch die Südvariante auf. Hier werden Böden mit hoher Bedeutung für diese Bodenfunktion dauerhaft versiegelt. Die nördlichen Varianten sind weitgehend gleichwertig, denn sie unterscheiden sich hinsichtlich der von den Auswirkungsstufen A, B und C betroffenen Flächen nur unwesentlich und weisen gegenüber der Südvariante wiederum geringere Flächenkonflikte auf. Der überwiegende Teil der flächenbezogenen Umweltauswirkungen bezüglich der Regelfunktion für den Wasser- und Stoffhaushalt liegt bei allen Varianten im Bereich mäßiger Umweltauswirkungen (Stufe C) oder unterhalb der Relevanzschwelle (Stufe D).

- Die Filter- / Pufferfunktion hat im Projektzusammenhang eine untergeordnete Bedeutung, da die vom Projekt betroffenen Bodenformengesellschaften überwiegend nur eine geringe und in nur geringen Anteilen eine mittlere Bedeutung für diese Bodenfunktion aufweisen. Umweltauswirkungen der Stufe A ergeben sich somit nicht. Innerhalb der Auswirkungsstufen B und C ergibt die Betrachtung der Variante Süd im Vergleich zu den gleichwertigen Nordvarianten wiederum ein ungünstigeres Ergebnis.
- Die Umweltauswirkungen auf die Archivfunktion der Böden sind bei allen Varianten überwiegend als mäßig einzustufen oder sie liegen unterhalb der Relevanzschwelle. Starke Umweltauswirkungen (Stufe A) treten in einer vergleichbaren Größenordnung (56 ha bis 62 ha) bei allen Varianten auf. Hier sind jeweils aus Flugsand gebildete Braunerden betroffen. Insgesamt schneidet bei Betrachtung der Archivfunktion die Variante Nordwest am günstigsten und Variante Süd am ungünstigsten ab.

5.2.3 Verlust von Wald mit Bodenschutzfunktion

5.2.3.1 Methode der Auswirkungsprognose und -bewertung

Innerhalb der Zone Baumgriff und darüber hinaus im Randzone nach BMV (1971), die im Teil B definiert und in Anlage B dargestellt sind, ist die Rodung der Waldbestände erforderlich. Davon ist auch Wald mit Bodenschutzfunktion gemäß Flächenschutzkarte Hessen betroffen. Die entsprechenden Verluste werden variantenbezogen ermittelt und bilanziert.

Darüber hinaus erforderliche Maßnahmen zur Schaffung der Hindernisfreiheit außerhalb des Randstreifens nach BMV (1971) werden hier nicht bilanziert und bewertet. Es wird davon ausgegangen, dass die Bodenschutzfunktion in diesen Bereichen, insbesondere der Schutz gegen Winderosion, bei der Ausführung der Maßnahmen (z. B. Kroneneinkürzungen) und der zukünftigen Nutzung und Pflege nicht erheblich beeinträchtigt wird.

Es ergibt sich ein einfacher Bewertungsrahmen auf der Grundlage der Wirkungsintensität „Verlust von Waldfläche“ und der Bestandsbedeutung „Wald mit Bodenschutzfunktion“ (Tab. C - 150).

Tab. C - 150: Bewertungsrahmen für den Verlust von Wald mit Bodenschutzfunktion

Wertstufe	Bezeichnung	Kriteriumsausprägung	Erläuterung
A	Bereich starker Umweltauswirkungen	--	--
B	Bereich deutlicher Umweltauswirkungen	Verlust von Wäldern mit Bodenschutzfunktion gemäß Flächenschutzkarte Hessen	Wälder mit ausgewiesener besonderer Bodenschutzfunktion n. Flächenschutzkarte sind im Untersuchungsraum u.a. für den Erosionsschutz von hoher Bedeutung; Erhaltung und Optimierung des Bodenschutzes des Waldes in Südhessen auf ganzer Fläche (Forstl. Rahmenplan 1997)
C	Bereich mäßiger Umweltauswirkungen	--	--
R E L E V A N Z S C H W E L L E			
D	Bereich unerheblicher Umweltauswirkungen	--	--

5.2.3.2 Prognose der Auswirkungen

Wald mit Bodenschutzfunktion geht in annähernd gleichem Umfang durch die Varianten Nordwest und Süd verloren. Bei der Variante Nordost ist Wald mit Bodenschutzfunktion nicht betroffen (Tab. C - 151).

Tab. C - 151: Prognoseergebnis für den Verlust von Wald mit Bodenschutzfunktion

	Variante Nordwest	Variante Nordost	Variante Süd
Verlust von Wald mit Bodenschutzfunktion			
Typ	Verlustfläche in ha		
Wald mit Bodenschutzfunktion (Ausweisung n. Flächenschutzkarte)	35	--	32

5.2.3.3 Bewertung der Auswirkungen

Die Verlustflächen von Wald mit Bodenschutzfunktion werden sämtlich als Bereiche mit deutlichen Umweltauswirkungen (Stufe B) eingestuft. Diese Einstufung ist einerseits durch den Verlust der für den Bodenschutz optimalen Waldbestockung begründet, andererseits wird der Umstand berücksichtigt, dass die Böden in den gerodeten Bereichen entweder überbaut und versiegelt sein werden oder als Begleitgrünflächen wieder eine Vegetationsdecke haben und daher nicht schutzlos der hier relevanten Winderosion ausgesetzt sind. Variantenbezogen ergeben sich somit in der Wertstufe B die bei der quantitativen Prognose im vorangegangenen Kapitel ermittelten Verlustflächen (Tab. C - 152). Da bei Variante Nordost Wald

mit besonderer Bodenschutzfunktion nicht betroffen ist, ist sie diesbezüglich eindeutig als die Günstigste einzustufen (vgl. Anlagen C.5.4 bis C.5.6). Variante Süd hat gegenüber Variante Nordwest durch geringeren Verlust von Bodenschutzwald noch einen relativen Vorteil von ca. 9%.

Tab. C - 152: Bewertungsergebnis für den Verlust von Wald mit Bodenschutzfunktion

	Variante Nordwest	Variante Nordost	Variante Süd
Verlust von Wald mit Bodenschutzfunktion			
Wertstufe der Auswirkung	Verlustflächen in ha		
Wertstufe A	--	--	--
Wertstufe B	35	--	32
Wertstufe C	--	--	--

5.2.4 Beeinträchtigungen durch potenzielle Erhöhung der N-Mineralisation, stoffliche Einträge und Aufschluss von Altlastenstandorten

5.2.4.1 Methode der Auswirkungsprognose und -bewertung

Die Auswirkungsprognose und -bewertung zum Auswirkungskomplex „Beeinträchtigungen durch potenzielle Erhöhung der N-Mineralisation, stoffliche Einträge und Aufschluss von Altlastenstandorten“ erfolgt verbal-argumentativ im Rahmen einer Gefährdungsabschätzung. Die Gefährdungsabschätzung wird auf der Basis entsprechender Fachgutachten (IF 2001a, IF 2001b) und Angaben aus der Fachliteratur durchgeführt. Dabei werden ggf., insbesondere aufgrund der Vorgabe durch die Fachgutachten (IF 2001a, IF 2001b), der Erweiterungsbereich Süd und die sich im jeweiligen Planungsfall der Varianten Nordwest, Nordost und Süd ergebenden Baumgriffsflächen der Landebahn- bzw. Start- und Landebahn getrennt betrachtet.

5.2.4.2 Prognose der Auswirkungen

Potenzielle Erhöhung der N-Mineralisation

Die jährliche Nitratauswaschung steht in enger Beziehung zum Wassereinfluss (z. B. mittl. Grundwasserstände) und zur jährlichen Grundwasserneubildung und den davon abhängenden Mineralisationsbedingungen im Bodenkörper. Vor dem Hintergrund der Gefahr einer erhöhten N-Mineralisation und Nitratauswaschung wurden die projektbedingten möglichen Veränderungen des Bodenwasserhaushaltes bzw. der N-Mineralisierungsbedingungen betrachtet.

Die Bau- und Entwicklungsmaßnahmen im Rahmen der Varianten bzw. des variantenunabhängigen Erweiterungsbereiches setzen die Rodung größerer Waldareale voraus. In Folge

der Rodung der Waldbestände besteht die Gefahr eines Eingriffes in den natürlichen Bodenwasser- und Stickstoffhaushalt. So ist z. B. der Stickstoffverbrauch durch die Vegetation unterbrochen oder zumindest deutlich verringert, während Humusabbau und Nitratmobilisierung weiterlaufen oder sogar forciert werden können. So besteht potenziell die Gefahr einer erhöhten N-Mineralisation und Auswaschung von Nitrat in Folge der mit der Waldrodung verbundenen stärkeren Erwärmung der Böden durch direkte Sonneneinstrahlung. Dieses Gefahrenpotenzial ist jedoch aufgrund der zu geringen Kenntnisse über Wechselwirkungen mit weiteren Faktoren des Bodenwasserhaushaltes (z. B. geringere Grundwasserflurabstände, längere Austrocknungsphasen des Oberbodens), den verschiedenen Bodenbehandlungen im Zuge der Ausbaumaßnahmen (Abtrag, Verdichtung, Versiegelung etc.) und der unterschiedlichen Begrünung der gerodeten Flächen auch qualitativ derzeit nicht abzuschätzen.

Versiegelungen und Abführung von Niederschlagswasser (Kanalisation, Vorfluter) wirken des Weiteren in Richtung einer Verringerung der Grundwasserneubildungsrate. Durch die folgende Verringerung des mittleren Grundwasserstandes kann es insbesondere bei stark grundwasserbeeinflussten Böden mit hohen Anteilen organischer Substanz durch Verbesserung der Mineralisationsbedingungen (zunehmende aerobe Verhältnisse) zu einer verstärkten Stickstoffmobilisierung in Form von Nitrat kommen. Vergleichbar wirken auch direkte Entwässerungsmaßnahmen im Rahmen von Bauvorhaben.

Dagegen ist in Folge der Rodung von Waldflächen und der folgenden Begrünung deutlich niedrigerer Vegetationsstrukturen (z. B. Gras-/Staudenflächen) durch Verringerung der Bestandsverdunstung eine Erhöhung der Grundwasserneubildungsrate und damit ein Anstieg des mittleren Grundwasserspiegels zu erwarten.

Diese beiden gegenläufigen Wirkungspfade auf den Bodenwasser- bzw. Stickstoffhaushalt sind in Abhängigkeit der Ausgangsbedingungen (z. B. Grundwasserbeeinflussung der Böden) und der Versiegelungsgrade in den einzelnen Varianten zu betrachten.

Variante Nordwest (Baumgriffsflächen der Landebahn)

Aufgrund des relativ geringen geplanten Versiegelungsgrades (23 %) und der Umnutzung der Freiflächen zu Grasland sind Grundwasserabsenkungen nicht zu befürchten. Auf der anderen Seite sind aufgrund der Erfahrungen aus dem Bau der Startbahn 18 West signifikante Anstiege des Grundwasserspiegels ebenfalls nicht zu erwarten. „Der Effekt wird in der langfristigen Betrachtung von den niederschlagsabhängigen Schwankungen des Grundwasserspiegels unter den günstigen Bedingungen der Variante Nordwest (höherer Flurabstand) vollständig überlagert“ (IF 2001a).

Variante Nordost (Baumgriffsflächen der Landebahn)

Aufgrund des geringen Versiegelungsgrades bei dieser Bahnvariante (21 %) ergibt sich ein deutlich positiveres Grundwasserneubildungspotenzial aufgrund des Anstiegs der Niederschlagswasser-Infiltration in Folge der Waldrodung und Etablierung von Grasland. Das heißt, dass bei einem Versiegelungsgrad der Gesamtfläche von ca. 21 % die Grundwasserneubil-

dung voraussichtlich selbst dann nicht unter den bisherigen Wert absinken wird, wenn das Oberflächenwasser der Bahnflächen vollständig einem Entwässerungssystem zugeleitet wird.

Auf der anderen Seite sind signifikante Anstiege des Grundwasserspiegels aufgrund der Erfahrungen aus dem Bau der Startbahn 18 West nicht zu erwarten. Von dort ist bekannt, dass sich die Veränderungen im Maßstab von deutlich unter einem halben Meter bewegen. Aufgrund des höheren Flurabstandes von mehr als 10 m ist im Bereich der Variante Nordost mit einem geringeren Effekt zu rechnen.

Mit signifikanten Veränderungen des Grundwasserspiegels ist durch die Realisierung der Variante daher nicht zu rechnen. Die Wasserspiegeländerungen liegen im Bereich der langjährigen natürlichen Schwankungsbreiten (IF 2001a).

Variante Süd (Bauumgriffsflächen der Start- und Landebahn)

Da durch Waldrodung und Anlage von Grasland eine steigende Grundwasserneubildung zu erwarten ist, ist auch bei einem Versiegelungsgrad der Fläche von ca. 43 % in der Variantenfläche Süd nicht von einem Absinken der Grundwasserneubildung unter den bisherigen Wert auszugehen. Dies gilt auch hier selbst dann, wenn das Oberflächenwasser der Bahnflächen vollständig einem Entwässerungssystem zugeleitet wird (IF 2001a).

Da der Anfall von neugebildetem Grundwasser zumindest über das hydrologische Winterhalbjahr verteilt erfolgt, ist bei Realisierung der Variante Süd auch nicht mit einem signifikanten Anstieg des Grundwasserspiegels zu rechnen. Dagegen überwiegt der Einfluss des Parameters Niederschlagsmenge. Aus den Erfahrungen beim Bau der Startbahn 18 West ist bekannt, dass sich die Veränderungen im Maßstab von deutlich unter einem halben Meter bewegen.

Variantenunabhängiger Erweiterungsbereich Süd

Der geplante hohe Versiegelungsgrad von ca. 90 % wird dauerhaft zu einer starken Verringerung der Grundwasserneubildungsrate führen. Aufgrund der flächigen Versiegelung ist ein Absinken des Grundwasserspiegels möglich (IF 2001a).

Stoffliche Einträge

Die Auswirkungen der projektbedingten stofflichen Einträge auf das Schutzgut Boden hängen zum einen von den durch das Projekt bedingten Emissionen, zum anderen von den Depositionsbedingungen und -pfaden im Untersuchungsraum sowie den regionalen und überregionalen Entwicklungen spezifischer Depositionsparameter ab.

Aus den im Rahmen der Raumanalyse (Teil C.5.1) durchgeführten Beschreibungen und Bewertungen zur Versauerungssituation der Böden im Untersuchungsraum geht hervor, dass in weiten Bereichen des Untersuchungsraumes eine starke Versauerungsempfindlichkeit (v.a.

geogen bedingt) vorliegt und auf verbreitete Versauerungserscheinungen im Untersuchungsraum (u.a. geogen, anthropogen u. vegetationsstrukturell bedingt) geschlossen werden kann.

Versauerungsrelevanz besitzen vor allem die atmogenen Einträge von Stickstoff- und Schwefelverbindungen. Die Gruppe der Stickoxide wird allgemein als die relevanteste Schadstoffgruppe im Bereich des Frankfurter Flughafens angesehen. Dies bestätigen auch die Ausbreitungsberechnungen der Schadstoffgutachten (IVU 2001b). Es bestehen hier jedoch keine wesentlichen Unterschiede zwischen den verschiedenen Ausbauvarianten, so dass die Schadstoffemissionen und -depositionen im Variantenvergleich keine Entscheidungsrelevanz besitzen dürften. Kleinräumige Unterschiede treten nur dort auf, wo die jeweiligen Rollbahnflächen gebaut werden sollen (vgl. Teil C.8.).

Nach den vorliegenden, für die Realisierung der Variante Nordwest durchgeführten Depositionsabschätzungen von IBJ (2001b) ist bei NO_x - und SO_2 -Depositionen mit Zunahmen, im nördlichen Bereich des bestehenden Flughafenvorfeldes auch mit geringen Abnahmen zu rechnen. Die Veränderungen sind vor allem im unmittelbaren Bereich des bestehenden Flughafengeländes und der entsprechenden Baumgriffsfläche zu erwarten. Im Gegensatz zur Schadstoffkonzentration existieren für Bodeneinträge von NO_x und SO_2 keine Grenzwerte.

Relativ deutliche Zunahmen der flugverkehrsbedingten NO_x -Depositionen sind mit ca. 45 kg NO_x/ha^*a beispielsweise für den zentralen Bereich der Baumgriffsfläche der Landebahn Nordwest berechnet worden. Um eine Zehnerpotenz niedriger liegen die entsprechenden Zunahmen für die SO_2 -Deposition. In Bereichen außerhalb des bestehenden Flughafengeländes bzw. außerhalb des geplanten Baumgriffes zur Variante Nordwest, wo durch Maßnahmen des Flughafenausbaus keine direkten Verluste bzw. Beeinträchtigungen von Bodenfunktionen zu erwarten sind, wurden Einträge von maximal 15 kg NO_x/ha^*a bzw. 1,5 kg SO_2/ha^*a berechnet (IBJ 2001b).

Gesicherte Aussagen zum relativen Anteil dieser Erhöhungen an der jeweiligen Gesamtdosition im Planungsfall sind aufgrund fehlender Prognosedaten zur Gesamtsäuredeposition derzeit nicht möglich.

Zudem sind brauchbare Prognosen zum Säureeintrag in den Boden auf Grundlage der berechneten NO_x -Depositionen nicht möglich. Nach HLFU (1999g) können „die Stoffflüsse für die Transformation und Deposition der Stickoxide ... bis heute noch nicht genau quantifiziert werden“.

Konkrete Einzeluntersuchungen im Untersuchungsraum und in zeitlichem Bezug zu erfolgten Ausbaumaßnahmen (Startbahn West) und starkem Ansteigen des Flugverkehrs in den letzten 20 Jahren ergaben jedoch, dass die aktuelle Depositionsbelastung der Böden des Gebietes durch atmogene Säure- und Schadstoffdepositionen als auch die Schadstoffgehalte der Böden trotz der hohen Emissionen in der Region als mäßig in Relation zur Ballungsraumlage bzw. den hessischen Hintergrundwerten einzustufen sind. Bei den pH-Werten des Niederschlages (1982-1991, HFV 1993) als auch des Bodens (Humuslysimeter, 1992-2000, HLUG 2001) sind leicht steigende Tendenzen zu erkennen. Hier spiegelt sich die Entwicklung der Gesamtsäuredeposition in Hessen (vgl. HMULF 2000) sowie in Deutschland (vgl. UBA 2001)

wider. Zudem sind im Gebiet keine direkten Bezüge zwischen Emissionen und Säure-Depositionen und auch nicht zwischen den chemischen Parametern des Niederschlagswassers und des Sickerwassers im Boden nachweisbar (HFV 1993, HLUG 2001).

Im Zuge der Kapazitätserweiterung bei Realisierung der verschiedenen Planungsfälle ist von einer Steigerung der jährlichen Flugbewegungen und induzierten Verkehre und einer damit verbundenen Steigerung von Emissionen an Säurebildnern und Schadstoffen auszugehen. Die Steigerung der Emissionen wird aufgrund der Fortschritte in der Motorentechnik in der Relation jedoch geringer ausfallen als die Steigerung der eigentlichen Verkehrszahlen (vgl. Teil B, Teil C.8). Die Erhöhung der Emissionen ermöglicht in Anbetracht

- der nicht eindeutig nachvollziehbaren Transmissions- und Immissionspfade,
- der bestehenden Vor- und Hintergrundbelastung im Gebiet,
- der überregionalen Entwicklungen der Gesamtsäuredeposition,
- sowie vor dem Hintergrund
- der Ergebnisse aus dem Beweissicherungsverfahren zur Starbahn West (HFV 1993) und
- der Auswertungen der Boden-Dauerbeobachtungsfläche an der Startbahn West (HLUG 2001)

keine Prognose einer signifikanten Versauerungswirkung auf die Böden des Untersuchungsraumes.

Bezüglich der Stoffeinträge besteht für die Variante Süd eine besondere Situation dadurch, dass hier neben der Landebahn wie bei den Nord-Varianten auch eine neue Startbahn vorgesehen ist. Im Fachgutachten G 15 Hydrologie/Hydrogeologie (IF 2000a) wird für die Startbahn der Variante Süd ein gesondertes Gefährdungspotenzial durch den Eintrag von Vereisungsschutzmitteln und Kraftstoffen benannt. Die damit verbundenen Belastungen des Bodens im Startbahnumfeld sind derzeit nicht quantifizierbar.

Aufschluss von Altlastenstandorten

Die Prognose der möglichen Auswirkungen von Altlastenaufschlüssen auf die am jeweiligen Standort betroffenen Böden und ihre Funktionen wird in Abhängigkeit von den im Fachgutachten G 11 (IF 2001b) getroffenen Einschätzungen durchgeführt. Die entsprechenden Flächen sind in der Anlage C.5.1 dargestellt.

Variante Nordwest (Bauumgriffsflächen der Landebahn)

Vom Bauumgriff direkt betroffen sind Altlastenverdachtsflächen (ALVF) im Umfang von ca. 63 ha. Für das Schutzgut Boden relevant sind die 9b-ALVF 05 (vermutetes Schadstoffpotenzial: Explosivstoffe, Auffüllungsstoffe unbekannter Zusammensetzung) im Bereich des Umspannwerkes, die 9b-ALVF 03 (vermutetes Schadstoffpotenzial: Bauschuttreste mit Auffüllungsmaterial unbekannter Zusammensetzung) und die 9b-ALVF 02 (vermutetes Schadstoffpotenzial: Bauschuttreste mit Kontaminanten, Schwermetallen und Mineralkohlenwasserstoffen) an der BAB A 3.

Variante Nordost (Baumgriffsflächen der Landebahn)

Es handelt sich primär um Altlastenverdachtsflächen aufgrund von Kriegseinwirkungen in dem bewaldeten Gebiet nördlich der BAB A3. Es befinden sich ca. 89 ha der großflächigen Altlastenverdachtsflächen 9a-ALVF 01 und 9a-ALVF 02 und rd. 30 nach Zeitzeugen kartierte, nicht präzise lokalisierbare (ehemalige) Bombentrichter im Bereich des voraussichtlichen Baumgriffes. Im Baumgriff befindet sich weiterhin die Altlastenverdachtsfläche 9a-ALVF 03 (Auffüllungsmaterial unbekannter Herkunft).

Variante Süd (Baumgriffsflächen der Start- und Landebahn)

Im geplanten Baumgriff befinden sich eine Altlastenverdachtsfläche aufgrund von Kriegsauswirkungen (3/13-ALVF 01, vermutetes Schadstoffpotenzial: Treib- und Schmiermittel, Explosivstoffe, Auffüllungsmaterial unbekannter Zusammensetzung) und vier durch Zeitzeugenkartierungen dokumentierte, nicht präzise lokalisierte Bombenabwurftrichter. Der Flächenumfang beträgt ca. 18 ha.

Variantenunabhängiger Erweiterungsbereich Süd

In diesem Bereich befindet sich die Altlastenverdachtsfläche U-ALVF 02 (vermutetes Schadstoffpotenzial: Auffüllungsmaterial unbekannter Zusammensetzung) außerhalb derzeit schon überbauter Areale und ist daher schutzgutbezogen relevant. Das gilt ebenso für die U-ALVF 03 (vermutetes Schadstoffpotenzial: Abfüllverluste durch Treib- und Schmierstoffe, Explosivstoffreste und deren Derivate). Der Gesamtumfang der Altlastenverdachtsflächen im Bereich der Süderweiterung beträgt ca. 11 ha.

5.2.4.3 Bewertung der Auswirkungen

Potenzielle Erhöhung der N-Mineralisation

Da in den Baumgriffsflächen der Landebahn- bzw. Start- und Landebahn (Nordwest, Nordost, Süd) eine projektbedingte signifikante Veränderung der Grundwasserneubildungsrate und damit eine Veränderung der mittleren Grundwasserstände nicht zu erwarten ist, ist von keiner durch Änderungen des Bodenwasserhaushaltes bedingten Erhöhung der N-Mineralisation auszugehen.

Beim variantenunabhängigen Erweiterungsbereich ist durch den hohen Versiegelungsgrad zwar von einer signifikanten Veränderung des Bodenwasserhaushaltes und einer dadurch bedingten Absenkung der Grundwasserstände auszugehen. In Folge des hohen Anteils an versiegelten Flächen und der weitgehenden Abführung der Niederschlagswässer ist jedoch keine ausreichende Versickerung und Befeuchtung des Bodens für eine Erhöhung der mikrobiellen N - Mineralisation zu erwarten. Eine Abschätzung des Gefahrenpotenzials einer erhöhten N-Mineralisation und Auswaschung von Nitrat in Folge der mit der Waldrodung verbundenen stärkeren Sonneneinstrahlung ist derzeit nicht möglich.

Stoffliche Einträge (Gesamtsäuredeposition)

In Kapitel Teil C.5.2.4.2 wurde dargelegt, dass die projektbedingt erwartete Steigerung von Emissionen an Säurebildnern und Schadstoffen aufgrund der Erkenntnisse aus konkreten Untersuchungen im Untersuchungsraum keine Prognose einer signifikanten Versauerungswirkung auf die Böden des Untersuchungsraumes zulässt.

Auch das Hydrologie - Fachgutachten G 15 (IF 2001a) beruft sich in seinen Aussagen u.a. auf die Erkenntnisse aus dem Beweissicherungsverfahren zur Startbahn West (HFV 1993) und den Auswertungen der Boden-Dauerbeobachtungsfläche der HLUG innerhalb des Untersuchungsraumes westlich der Startbahn West (HLUG 2001). Als Fazit wird hier aufgrund der Tatsache, dass im Nahbereich der Startbahn West keine flugbetriebsspezifischen Beeinflussungen des Bodens nachzuweisen sind, analog geschlossen, dass solche Beeinflussungen auch bei den neuen Bahnvarianten nicht zu erwarten sind (IF 2001a).

Aufschluss von Altlastenstandorten

Die Bewertung (Gefährdungseinschätzung) zu potenziellen baubedingten Beeinträchtigungen von Bodenfunktionen durch Aufschluss von Altlastenvorkommen stützt sich auf das Fachgutachten G 11 zur Dokumentation und Bewertung von Altlasten, Altlastenverdachtsflächen, sonstigen schädlichen Bodenverunreinigungen und Grundwasserschadensfällen (siehe IF 2001b).

Variante Nordwest (Baumgriffsflächen der Landebahn)

Bei Bestätigung des im Fachgutachten (IF 2001b) dargestellten Verdachtes besteht die Gefahr, dass im Zuge erdbaulicher Maßnahmen kontaminiertes Material angeschnitten und Boden angrenzender Flächen belastet wird. Unter Berücksichtigung der noch fehlenden Kenntnisse über Schadstoffkonzentration und Schadstoffausdehnung ist eine detailliertere Gefährdungsabschätzung derzeit nicht möglich.

Variante Nordost (Baumgriffsflächen der Landebahn)

Im Bereich von 9a-ALVF 01 und der Bombenrichter bestehen möglicherweise Gefährdungen durch Sprengstoffe und Munition aus dem 2. Weltkrieg und durch nach dem Krieg in Bombenrichter verfüllten Kriegsschutt. Im Bereich von 9a-ALVF 02 hat sich ein Munitionsdepot befunden und es sind bei Sprengungen nach Kriegsende Munition und Kampfmittelreste in der Umgebung verteilt worden, die bisher nicht vollständig geräumt worden sind. Grundsätzlich besteht die Gefahr, dass dementsprechende Ein- und Ablagerungen durch Baumaßnahmen aufgeschlossen und die Böden angrenzender Flächen kontaminiert werden.

Detaillierte baubezogene Gefährdungsabschätzungen liegen auch zur 9a-ALFV 03 aufgrund fehlender Kenntnis zur Konzentration und Ausdehnung der tatsächlich vorhandenen Schadstoffe nicht vor (IF 2001b), so dass es hier im Sinne der Vorsorge primär darum geht, die Bereiche mit potenzieller Gefährdung der Kontamination von Böden im Zuge der Baumaßnahmen aufzuzeigen.

Variante Süd (Baumgriffsflächen der Start- und Landebahn)

Bei Bestätigung des im Fachgutachten G 11 (IF 2001b) dargestellten Verdachts ist eine Gefährdung des Bodens im Bereich der im Teil C.5.2.4.2 genannten Altlastenverdachtsfläche 3/13ALVF 01 oder auf benachbarten Flächen möglich, im Detail derzeit jedoch nicht prognostizierbar.

Variantenunabhängiger Erweiterungsbereich

Bei Bestätigung der im Fachgutachten G 11 (IF 2001b) dargestellten Verdachtsflächen ist dort und auf angrenzenden Flächen eine Gefährdung des Bodens und seiner Funktionen gegeben. Eine detailliertere Abschätzung des Gefährdungspotenziales für die hier in der Bauphase betroffenen Böden ist auf der Basis der vorliegenden Daten nicht möglich.

5.2.5 Konfliktschwerpunkte und Variantenvergleich

In die Auswirkungsprognose zum Schutzgut Boden sind der Verlust und die Beeinträchtigung bewerteter Flächen mit Bodenfunktionen, der Verlust von Waldflächen mit Bodenschutzfunktion nach Flächenschutzkarte Hessen, der potenzielle Aufschluss von Altlastenverdachtsflächen, die potenzielle Erhöhung der N-Mineralisation durch Veränderung des Bodenwasserhaushaltes und mögliche Auswirkungen durch projektbedingte stoffliche Einträge durch Gesamtsäuredeposition einbezogen worden.

Für die beiden zuletzt genannten Auswirkungskategorien - Erhöhung der N-Mineralisation und mögliche Auswirkungen durch projektbedingte stoffliche Einträge insbesondere durch Gesamtsäuredeposition - wird im Ergebnis festgestellt und begründet, dass Prognosen zu signifikanten Auswirkungen nicht möglich sind, erhebliche Auswirkungen aber nicht erwartet werden. Sie werden folglich nicht als Kriterien im schutzgutbezogenen Variantenvergleich herangezogen. Vergleichbares gilt für Altlasten bzw. für Altlastenverdachtsflächen. Die flächenhafte Betroffenheit von Altlastenverdachtsflächen kann nicht für den Variantenvergleich herangezogen werden, da die Ableitung einer konkreten, bilanzierbaren Gefährdung nur auf Grundlage des Verdachts einer Schadstoffbelastung/Altlast nicht möglich ist.

In Tab. C - 153 sind die für den Variantenvergleich wesentlichen Untersuchungs- und Prognoseergebnisse, nach Varianten und bewerteten Auswirkungskategorien gegliedert, nochmals dargestellt. Die für die verschiedenen spezifischen Bodenfunktionen jeweils angegebene Rangfolge ist durch die Ergebnisse der Auswirkungsprognose und insbesondere die Bewertung der Auswirkungen begründet.

Die abschließende Gesamtrangfolge ist folgendermaßen begründet:

- Neben der Gesamtinanspruchnahme von Flächen mit bewerteten Bodenfunktionen haben die Auswirkungen auf Flächen mit Bedeutung für die Lebensraumfunktion und mit Abstrichen auch für die Archivfunktion Priorität bei der Ableitung der Gesamtrangfolge. Bei der Lebensraumfunktion werden fast ausschließlich und bei der Archivfunktion in größerem Umfang Flächen mit hoher Bedeutung dieser Funktionen für das Projekt beansprucht. Zudem werden der Verlust durch Versiegelung und Überbauung und die Beein-

trächtigung durch Abtrag, Umlagerung etc. bei diesen Funktionen im Vergleich mit der Regel- sowie der Filter- und Pufferfunktion insgesamt als schwerwiegender eingeschätzt, weil es sich überwiegend um dauerhafte, irreversible Flächen- und Funktionsverluste handelt. So ist damit zu rechnen, dass das Biotopotenzial anlagebedingt sowie aus betriebs- und sicherheitstechnischen Gründen auch außerhalb der dauerhaft versiegelten Bereiche weitgehend gemindert wird. Feuchtegeprägte und vernässungsgefährdete Standorte werden in der Regel entwässert. Die Archivfunktion dementsprechender Bereiche wird ähnlich stark gemindert sein, so dass hier großräumig von einem Totalverlust bzw. starker Funktionsminderung auszugehen ist.

- Die qualitativ deutlich geringer betroffenen Regel- sowie Filter- und Pufferfunktionen der in Anspruch genommenen Flächen werden aufgrund des Nutzungswandels zum Flughafengelände im Bereich der versiegelten und bebauten Areale an Bedeutung verlieren, während sie im Bereich der unversiegelten Areale teilweise erhalten bleiben bzw. sich z.T. regenerieren können. Daher werden die Auswirkungen auf diese Bodenfunktionen bei der Bildung der Gesamtrangfolge sekundär berücksichtigt.
- Die Südvariante stellt sich in quantitativer wie qualitativer Hinsicht, abgesehen von der Inanspruchnahme von Wald mit Bodenschutzfunktionen, bei allen untersuchten Bodenfunktionen mit deutlichem Abstand als ungünstigste Variante dar.
- Im Vergleich der Nordvarianten wird der Nordwestvariante der Vorzug gegeben. Die Nordostvariante hat sowohl bei der Lebensraum- als auch bei der Archivfunktion etwas stärkere Auswirkungen und greift vor allem unter Berücksichtigung des quantitativen Aspektes in deutlich umfangreicherem Maße in Flächen mit bewerteten Bodenfunktionen ein (vgl. Tab.C-14 und die Erläuterungen zur bodenfunktionsübergreifenden Bewertung in Teil C.5.2.2.3).

Tab. C - 153: Variantenvergleich für das Schutzgut Boden

	Variante Nordwest	Variante Nordost	Variante Süd
Verlust (dauerhafte Überbauung oder Versiegelung) oder Beeinträchtigung (Auftrag, Abtrag, Umlagerung und Verdichtung) von Flächen mit bewerteter Lebensraumfunktion (ha)			
Wertstufe A	138	140	154
Wertstufe B	23	25	59
Wertstufe C	177	223	129
Rangfolge	1	2	3
Verlust (dauerhafte Überbauung oder Versiegelung) oder Beeinträchtigung (Auftrag, Abtrag, Umlagerung und Verdichtung) von Flächen mit bewerteter Regelfunktion (ha)			
Wertstufe A	2	2	19
Wertstufe B	21	23	46
Wertstufe C	139	140	168
Rangfolge	1	1	3

	Variante Nordwest	Variante Nordost	Variante Süd
Verlust (dauerhafte Überbauung oder Versiegelung) oder Beeinträchtigung (Auftrag, Abtrag, Umlagerung und Verdichtung) von Flächen mit bewerteter Filter -und Pufferfunktion (ha)			
Wertstufe A	--	--	--
Wertstufe B	23	25	65
Wertstufe C	139	140	141
Rangfolge	1	1	3
Verlust (dauerhafte Überbauung oder Versiegelung) oder Beeinträchtigung (Auftrag, Abtrag, Umlagerung und Verdichtung) von Flächen mit bewerteter Archivfunktion (ha)			
Wertstufe A	56	59	62
Wertstufe B	--	--	--
Wertstufe C	142	157	201
Rangfolge	1	2	3
Verlust von Wald mit Bodenschutzfunktion nach Flächenschutzkarte Hessen (ha)			
Wertstufe A	--	--	--
Wertstufe B	35	--	32
Wertstufe C	--	--	--
Rangfolge	3	1	2
Gesamtrangfolge* für das Schutzgut Boden	1	2	3

* Die Gesamtrangfolge ergibt sich durch eine gewichtete Aggregation der Einzelrangfolgen. Die Gewichtung ist in Verbindung mit der Ausweisung von Konfliktschwerpunkten im nachfolgenden Text erläutert. Eine simple Addition der Einzelrangfolgen zu einer Gesamtrangfolge ist nicht zulässig.

Der Verlust und die Beeinträchtigung von Flächen mit Bodenschutz- und Bodenfunktionen und hier insbesondere von Flächen mit hoher und sehr hoher Bedeutung für spezifische Bodenfunktionen entspricht nicht verschiedenen Grundsätzen und Zielen der Raumordnung und Landesplanung zum Aspekt Boden (vgl. auch Teil A.4.2.5).

Insbesondere sind hier zu nennen:

Landesentwicklungsplan Hessen 2000:

- Die nachhaltige Nutzungsfähigkeit der Naturgüter ist zu sichern. Nicht oder nur schwer erneuerbare Naturgüter dürfen nur genutzt werden, wenn andere Belange überwiegen und keine Alternativen bestehen (Kap. 8.1)

Regionalplan Südhessen 2000:

- Die Böden selbst sowie ihre zahlreichen Funktionen im Naturhaushalt, insbesondere Regulations-, Produktions-, und Lebensraumfunktion sollen nachhaltig gesichert werden (Kap. 3.7).

- Versiegelung, Abtrag und Zerstörung von Böden sollen vermieden, extensive landwirtschaftliche Bodennutzung erhalten und gesichert werden (Kap. 3.7).
- Kultur- und naturgeschichtlich bedeutende Böden sind zu schützen (Kap., 3.7).
- Weitgehend natürliche Böden und extensive landwirtschaftliche Bodennutzungen sollen erhalten und gesichert werden (Kap. 3.7).

Forstlicher Rahmenplan Südhessen 1997 / Waldfunktionskartierung:

- Erhaltung und Optimierung des Bodenschutzes des Waldes in Südhessen auf ganzer Fläche (Kap. 3.3.1.3)

Anhand der dargestellten Konflikte der verschiedenen Varianten mit den genannten schutzgutspezifischen Grundsätzen und Zielen der Raumordnung und Landesplanung lässt sich die raumordnerische Relevanz der Varianten ableiten sowie die fachlich abgeleitete Reihung der Varianten innerhalb des Schutzgutes Bodens untersetzen.

Abschließend werden in der Tabelle Tab. C - 154 aus ökologischer sowie bodenkundefachlicher Sicht die Eingriffsschwerpunkte zusammenfassend aufgeführt. Diese Aufstellung konkretisiert den soeben abgeschlossenen Variantenvergleich, indem die wesentlichen schutzgutbezogenen Konflikte nochmals herausgestellt werden. Als zentraler Konflikt im Schutzgut Boden ist der Verlust sowie die Beeinträchtigung von Flächen mit bewerteten Bodenfunktionen anzuführen. Innerhalb der verschiedenen Bodenfunktionen treten starke Konflikte vor allem durch den Verlust von Flächen mit hoher Bedeutung für die Lebensraum- und die Archivfunktion auf.

Tab. C - 154: Konfliktschwerpunkte im Schutzgut Boden

	Variante Nordwest	Variante Nordost	Variante Süd
Flächen mit bewerteten Bodenfunktionen	Verlust (161 ha) und Beeinträchtigung (180 ha) von Flächen mit Bodenfunktionen auf insgesamt 341 ha	Verlust (165 ha) und Beeinträchtigung (237 ha) von Flächen mit Bodenfunktionen auf insgesamt 402 ha	Verlust (206 ha) und Beeinträchtigung (187 ha) von Flächen mit Bodenfunktionen auf insgesamt 393 ha
davon Flächen mit hoher / sehr hoher Bedeutung für die Lebensraumfunktion	Funktionsverlust (138 ha) durch Überbauung und Versiegelung von Braunerde aus fluviatilen Kiesen und Sanden und von Braunerde aus Flugsand	Funktionsverlust (140 ha) durch Überbauung und Versiegelung von Braunerde aus fluviatilen Kiesen und Sanden und von Braunerde aus Flugsand	Funktionsverlust (154 ha) durch Überbauung und Versiegelung von Braunerde aus fluviatilen Kiesen und Sanden und von Braunerde aus Flugsand; Funktionale Beeinträchtigung (7 ha) von Gley aus fluviatilen Kiesen und Sanden
davon Flächen mit hoher Bedeutung für die Archivfunktion	Funktionsverlust (56 ha) durch Überbauung und Versiegelung von Braunerde aus Flugsand	Funktionsverlust (59 ha) durch Überbauung und Versiegelung von Braunerde aus Flugsand	Funktionsverlust (62 ha) durch Überbauung und Versiegelung von Braunerde aus Flugsand

5.3 Vorkehrungen zur Vermeidung und Verminderung

Eine Schadensprävention, d.h. die vorsorgende Vermeidung von möglichen Bodenbelastungen bzw. dem Verlust und der Beeinträchtigung von Bodenfunktionen, muss Vorrang vor einer nachsorgenden Sanierung haben.

Entsprechende Maßnahmen und Vorkehrungen sind möglichst frühzeitig im Rahmen der Planungen einzubinden und zu konkretisieren. Im Zusammenhang mit potenziellen Altlasten sind nach BBodSchG und Bundes–Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) unterschiedliche Maßnahmen vorgeschrieben und bestimmte Vorgehensweisen einzuhalten (Anforderungen an die Untersuchung und Bewertung von Verdachtsflächen, Gefährdungsabschätzung, Sanierung schädlicher Bodenveränderungen und Altlasten). Bei allen weiteren Planungsschritten, d.h. schon im Rahmen der raumordnerischen Entscheidungsfindung, der Variantenwahl und besonders mit Konkretisierung der Bauablaufplanung, sind folgende **allgemeine Grundsätze** zu berücksichtigen:

- die Vermeidung von nicht unbedingt erforderlichen Flächenversiegelungen
- die Vermeidung von nicht unbedingt erforderlichen Beeinträchtigungen der Bodenflächen (anlagebedingt und baubedingt):
 - Vermeidung des Abtrages der Vegetationsdecke und des Oberbodens
 - Vermeidung nicht erforderlicher Erdbewegungen
 - Vermeidung von Bodenverdichtungen
- die möglichst bodenschonende Vorgehensweise im Bereich der nicht versiegelten Flächen des Baumgriffes:
 - Verwendung bodenschonender Maschinen
 - Anwendung bodenschonender Bauweisen und Logistik (z.B. Baustelleneinrichtungsflächen und Baustraßen in Bereichen, die später versiegelt werden)
- die möglichst bodenschonende Vorgehensweise im Rahmen der notwendigen Rodungsmaßnahmen im Randbereich nach BMV (1971) (Schutz gegen N-Mineralisation, Winderosion)
- möglichst schnelle Begrünung/Wiederbegrünung freigelegter Bodenflächen (Schutz gegen N-Mineralisation, Wind- und Wassererosion)
- Gewinnung, gesonderte Lagerung und Wiederverwendung von humosem Oberboden und dadurch Verminderung und ggf. Vermeidung von Überschussmassen und dafür erforderlichen Ablagerungsflächen mit zusätzlichen Eingriffen.

Im Hinblick auf die Bauphase und den Flughafenbetrieb werden weitere Empfehlungen gegeben:

- Oberbodenmieten nur schütten, profilieren und glätten, nicht verdichten und befahren
- Oberbodenmieten nicht auf vernässten Standorten anlegen und erdbauliche Arbeiten zur Oberbodensicherung nicht bei nassem Boden und nassen Witterungsverhältnissen durchführen.
- Einrichtung und Betrieb der Baustelleneinrichtungsflächen zur Vermeidung von Schadstoffeinträgen (Treib- und Schmierstoffe) nach dem Stand der Technik.

6 Schutzgut Wasser - Grundwasser und genutztes Grundwasser

Wasser ist die Grundlage des Lebens für den Menschen sowie für Tiere und Pflanzen. Der Wasserkreislauf steht in enger Beziehung zu Klima, Relief, Boden und Vegetation, so dass auch der ökologische Aspekt im Wasserhaushalt zum Tragen kommt.

Im Schutzgut Wasser werden folgende Aspekte unterschieden:

- Grundwasser und genutztes Grundwasser
- Oberflächengewässer (Fließgewässer und Stillgewässer) sowie deren Retentionsräume.

Im folgenden sind daher vorrangig die geologischen und hydrogeologischen sowie limnologischen Verhältnisse in Verbindung mit der Grundwassernutzung zu betrachten, um die Situation des Wasserhaushaltes in der Umgebung des Frankfurter Flughafens zu beschreiben und zu bewerten. Ökologische Funktionen des Wassers werden auch im Schutzgut Tiere und Pflanzen (vgl. Teil C.4) abgehandelt.

6.1 Raumanalyse

6.1.1 Abgrenzung des Untersuchungsraumes

Der Untersuchungsraum für das Schutzgut Wasser wurde in Abhängigkeit der zu erwartenden Projektwirkungen festgelegt. In der Anlage C.6/7.1 ist der Untersuchungsraum dargestellt. Er umfasst den Nahbereich der Varianten und die variantenunabhängigen Betriebsflächen und Einrichtungen sowie die Bereiche der nahegelegenen Wasserschutzgebiete und den Bereich des Mönchbruches. Grob befindet sich der Untersuchungsraum zwischen den Gemeinden Schwanheim, Kelsterbach, Hattersheim, Raunheim, Rüsselsheim, Mörfelden-Walldorf, Langen und Niederrad (vgl. Anlagen C.6/7.2, C.6/7.3 und C.6/7.4).

6.1.2 Erfassung und Beschreibung der Ist-Situation

6.1.2.1 Methode der Erfassung und Beschreibung der Ist-Situation

Die Kriterien der Bestandserfassung sowie die verwendeten Daten- und Informationsgrundlagen für das Grundwasser sowie dessen Nutzungen sind in der Tabelle Tab. C - 155 zusammengefasst.

Tab. C - 155: Erfassungskriterien sowie Daten- und Informationsgrundlagen für das Schutzgut Grundwasser und genutztes Grundwasser

Erfassungskriterien	Relevante Daten- / Informationsgrundlagen
Grundwasser: <ul style="list-style-type: none"> • Art und Mächtigkeit der grundwasserleitenden und grundwasserstauenden Gesteinsschichten/Grundwasserstockwerke • Ergiebigkeit der Grundwasservorkommen • Grundwasserqualität • Grundwasserdynamik (Fließrichtung und -geschwindigkeiten) • Grundwasserneubildung • Art und Mächtigkeit der Deckschichten • Grundwasserflurabstände • Vorbelastungen (vorhandene Grundwasserunreinigungen) • Waldflächen mit besonderen Funktionen für den Wasserhaushalt 	<ul style="list-style-type: none"> • Fachgutachten Geologie/Hydrogeologie (IF 2001a) • Fachgutachten: Dokumentation und Bewertung von Altlasten, Altlastenverdachtsflächen, sonstigen schädlichen Bodenunreinigungen und Grundwasserschadensfällen (IF 2001b) • Grundwasserbeschaffenheit in Hessen (HLfU 1998b) • Grundwasserbewirtschaftungsplan Hessisches Ried (RP DARMSTADT 1999b/c)
Genutztes Grundwasser: <ul style="list-style-type: none"> • Wasserschutzgebiete • Genehmigte Entnahmen 	<ul style="list-style-type: none"> • Fachgutachten Geologie/Hydrogeologie (IF 2001a) • Grundwasserbewirtschaftungsplan Hessisches Ried (RP Darmstadt 1999b/c) • Verordnung zur Festsetzung von Trinkwasserschutzgebieten
Vorbelastungen:	<ul style="list-style-type: none"> • Fachgutachten Geologie/Hydrogeologie (IF 2001a) • Fachgutachten: Dokumentation und Bewertung von Altlasten, Altlastenverdachtsflächen, sonstigen schädlichen Bodenunreinigungen (IF 2001b) • Fachgutachten Limnologie (AHRENS 2001)

6.1.2.2 Beschreibung der Strukturen und Funktionsausprägungen

Die nachfolgende Bestandsbeschreibung basiert im Wesentlichen auf den Aussagen der Fachgutachten G 11: „Dokumentation und Bewertung von Altlasten, Altlastenverdachtsflächen, sonstigen schädlichen Bodenunreinigungen und Grundwasserschadensfällen“ (IF 2001b) und G15: „Hydrologie/Hydrogeologie“ (IF 2001a). Die Betrachtungen der vorliegenden UVS gehen bereichsweise über die Teiluntersuchungsräume der jeweiligen Varianten der Fachgutachten G11 und G15 hinaus.

Geologie (Art und Mächtigkeit der grundwasserleitenden und -stauenden Gesteinsschichten / Grundwasserstockwerke)

Das Gebiet um den Flughafen Frankfurt Main befindet sich im nördlichen Oberrheingraben. Diese Senke ist mit mächtigen tertiären marinen und quartären terrestrischen Sedimentabfolgen gefüllt, die von zahlreichen tektonischen Störungen durchsetzt sind. Unter den ältesten tertiären Schichten stehen Gesteine des Rotliegenden an.

Der Untersuchungsraum befindet sich überwiegend im Bereich der tektonisch entstandenen, 2 bis 5 Millionen Jahre alten „Kelsterbacher Tiefscholle“, deren oberflächennahen Schichten aus terrassenartigen altpleistozänen fluviatilen Mainablagerungen mit verschiedenen Mächtigkeiten bestehen. Nach Süden wird die Tiefscholle durch die „Walldorfer Ost-West-Störung“ vom „Walldorfer Horst“ abgegrenzt.

Im zentralen Flughafenbereich sind über 40 m mächtige Schichten ausgeprägt, nach Norden nehmen die Mächtigkeiten stark ab. Nördlich des Pumpwerks Schwanheim sind die Schichten nur noch etwa 10 m mächtig.

Die fluviatilen Mainsedimente bestehen aus variabel gelagerten mittel- bis grobkörnigen Sanden, kiesigen Sanden und sandigen Kiesen sowie aus Ton- und Schluffzwischenlagen; so finden sich in den Sanden und Kiesen immer wieder lokale Linsen aus schluffig-tonigen Zwischenlagen.

Im Bereich der „Kelsterbacher Scholle“ folgen unter den pleistozänen Lagen 100 bis 140 m mächtige grauefärbte pliozäne Urmalinablagerungen.

In der südlich angrenzenden Hochscholle („Walldorfer Horst“) fehlen pliozäne Ablagerungen, dort stehen miozäne kalkhaltigen Tone und Kalksteine an, die in der Kelsterbacher Tiefscholle erst in wesentlich größeren Tiefen auftreten.

Unter den pleistozänen und pliozänen Sedimenten folgen ältere miozäne und oligozäne marine Sedimente sowie ältere Gesteine des Perm, die für die weiteren Untersuchungen nicht relevant sind.

Im Osten des Untersuchungsraumes wurde um 0 m NN eine ca. 10 m mächtige Basaltlage erbohrt, die als Erosionsrest einer ausgedehnten Basaltdecke des Vogelsberg-Vulkanismus zu interpretieren ist, ihr Fehlen in der westlich gelegenen 151 m tiefen Bohrung Hinkelstein III S belegt tektonische Aktivitäten.

Aquifermächtigkeit

In den Porenräumen der pleistozänen und pliozänen Sedimente zirkuliert das Grundwasser. Das Grundwasser der pliozänen Schichten stammt vorwiegend aus dem darüberliegenden pleistozänen Teil des Leiters und nur in geringem Umfang aus Kluffgrundwasser der Festgesteine angrenzender Hochschollen (IF 2001a).

In der Kelsterbacher Tiefscholle ist keine großräumig durchgehende Trennung zwischen quartären und tertiären Schichten ausgebildet, hier hat sich ein rd. 60 bis 180 m mächtiger Aquifer über miozänen Tonen entwickelt. Aus Teilbereichen ist allerdings eine hydraulische Trennung zwischen quartären und tertiären Sedimenten bekannt.

Südlich der Walldorfer Ost-West-Störung schließen sich geringdurchlässige miozäne Schichten unter den pleistozänen Sanden und Kiesen mit Aquifermächtigkeiten zwischen 30 und 40 m an. Ein 1986 durchgeführter hydrologischer Schnitt durch den Untersuchungsraum zeigt schematisch die Verhältnisse. Aufgrund der Lage des Schnittes im Bereich des „Walldorfer Horstes“ wird auf eine Aquifermächtigkeit von 20 bis 25 m geschlossen. Nördlich der Randstörung wird bei einem Grundwasserspiegel zwischen 90 m NN und 100 m NN auf eine Gesamt-Aquifermächtigkeit zwischen 140 bis 150 m geschlossen, wobei nach Auffassung der Gutachter teilweise lokal eine Trennung zwischen Pleistozän und Plioziän besteht und regional nicht von einer hydraulisch wirksamen Trennschicht auszugehen ist.

Aus der Geologischen Karte GK 5917 kann dem gegenüber eine Gesamtmächtigkeit des Aquifers im Untersuchungsraum eine Spanne von etwa 75 bis über 190 m abgeleitet werden.

Im Nahbereich des Mains finden Übertritte von Uferfiltrat in das Grundwasser statt. Dies belegen Temperaturmessungen in Messstellen nahe des Mains.

Grundwasserstockwerke

Im Nordteil des Untersuchungsraumes einschließlich des nördlichen und mittleren Flughafengeländes ist ein einheitlicher sandig-kiesiger Grundwasserleiter ohne durchgehende Abtrennung zwischen pleistozänen und pliozänen Schichten entwickelt. Dieser wird im folgenden als „Hauptgrundwasserstockwerk“ bezeichnet.

Im Südteil des Untersuchungsraumes gliedert sich der pleistozäne Anteil des Hauptgrundwasserstockwerkes aufgrund einiger eingeschalteter tonig-schluffiger Lagen in verschiedene, hydraulisch miteinander in Verbindung stehende Grundwasserleiter (IF 2001a). Aufgrund einer Geländestufe nimmt die Mächtigkeit des pleistozänen Anteils deutlich ab.

Im Bereich des Flughafengeländes handelt es sich im Wesentlichen um einen einheitlich ausgebildeten Grundwasserleiter. Im nördlichen und mittleren Bereich der Startbahn 18 West ist lokal ein oberflächennaher schwebender Leiter mit einem Flurabstand zwischen 1 und 3 m ausgebildet. Eine schluffig-tonige Trennschicht in ca. 3 bis 4 m Tiefe, die sich in nordwestliche, nordöstliche und auch in südwestliche Richtung fortsetzt fungiert als Stauer (IF 2001a).

Eine weitere, in 7 bis 10 m Tiefe liegende Trennschicht tritt östlich davon im Bereich der variantenunabhängigen Betriebsflächen und Einrichtungen (Westteil Bereich Cargo Center 2) in Erscheinung. Aufgrund möglicherweise durchlässiger Bereiche dieser Trennschicht ist die hydraulische Wirksamkeit in diesen Bereichen jedoch fraglich.

Zwischen dem Südende der Startbahn 18 West und der Ortslage Walldorf wechselt die Geologie unterhalb der pleistozänen Schichten entlang einer West-Ost verlaufenden Linie. Der Grundwasserleiter ist dort auf die pleistozänen Kiese und Sande beschränkt.

Ergiebigkeit der Grundwasservorkommen

Die Kelsterbacher Tiefscholle gehört nach IF2001a zu den ergiebigsten Grundwasserlandschaften Deutschlands. Davon zeugen Anzahl und Menge der Entnahmen. In der Übersichtskarte der mittleren Grundwasserergiebigkeit (Hydrogeologisches Kartenwerk Hessen, M 1:300.000) ist der Untersuchungsraum in der höchsten Ergiebigkeitsklasse (> 50 l / s pro Bohrung im Hauptwasserstockwerk) erfasst.

Grundwasserdynamik (Fließrichtung und -geschwindigkeiten)

Grundwasserfließrichtung

Aus dem hydrologischen Kartenwerk „Hessisches Ried und westliches Untermaingebiet“ (zit. In IF 2001a) wird deutlich, dass in der regionalen Betrachtung das Grundwasser überwiegend von Ostsüdost nach Westnordwest in Richtung Main fließt. Im Südwesten des Flughafens ändert sich die Fließrichtung nach Westen. Die natürlichen Fließverhältnisse sind im Beiblatt der GEOLOGISCHEN KARTE GK 5917 anhand einer Darstellung der historischen Grundwassergleichen aus dem Jahr 1884 erkennbar, die jedoch nur den Bereichen zwischen der o.g. Geländekante im Norden und der heutigen nördlichen Bebauungsgrenze von Walldorf im Süden umfasst. Nicht dokumentiert ist der Bereich des Mönchbruches.

Danach ist eine Westnordwest gerichtete Grundwasserfließrichtung dokumentiert, die im Bereich der Geländekante nördlich Goldstein und Schwanheim nach Nordwesten bis Norden umbiegt. Die dokumentierten Grundwasserstände liegen gegenüber den Grundwasserhöchstständen vom 04.04.1988 um 2 m höher.

Intensive anthropogene Beeinflussungen, wie Grundwasserentnahmen, Grundwasseranreicherungen sowie die Main-Staustufe bei Eddersheim haben insbesondere im Westen des Untersuchungsraumes die Fließrichtung des Grundwassers stark verändert. In der Anlage C.6/7.1 sind die Fließrichtungen des Grundwassers dargestellt.

Grundwasserfließgeschwindigkeit

Die Grundwasserfließgeschwindigkeit errechnet sich aus dem Durchlässigkeitsbeiwert k_f multipliziert mit dem Grundwassergefälle, dividiert durch das nutzbare Porenvolumen. Die Wertespanne beträgt je nach Gefälle 0,5 bis 1 m/d, die natürlichen und künstlichen Schwankungen unterliegt. Durch Entnahmetrichter in der Nähe von Entnahmen besteht naturgemäß ein größeres Gefälle, der Wert kann dort auf mehrere Meter pro Tag ansteigen (IF 2001a).

Grundwasserqualität

Aufgrund intensiver anthropogener Nutzung des Rhein-Main-Gebietes ist davon auszugehen, dass eine unbeeinflusste natürliche Grundwasserbeschaffenheit mit gering mineralisiertem Wasser nicht mehr anzutreffen ist. Die Intensität der Beeinflussung weist gleichwohl deutliche Unterschiede auf.

Im oberflächennahen Grundwasser weisen die wichtigsten Kationen die geogenen Konzentrationen von $\text{Na}^+ < 20 \text{ mg/l}$, von $\text{K}^+ < 5 \text{ mg/l}$ und von $\text{Ca}^{2+} < 100 \text{ mg/l}$ auf. Bei den Hauptanionen ist bei NO_3^- von Gehalten < 10 bis 20 mg/l (nur biogene Entstehung) auszugehen, bei $\text{Cl}^- < 0$ bis 30 mg/l , bei $\text{SO}_4^- < 30 \text{ mg/l}$ und bei Hydrogenkarbonat $< 100 \text{ mg/l}$ bzw. $> 100 \text{ mg/l}$ (200 bis 400 mg/l) (IF 2001a).

In den pleistozänen Schichten sind häufig in größeren Tiefen Torf- und Holzlagen anzutreffen, daher sind geringe NH_4^- und H_2S -Gehalte nicht ungewöhnlich. Sehr kleine bis fehlende

Nitrat- und Sauerstoffwerte belegen die reduzierenden Bedingungen im tieferen Teil des Grundwasserleiters.

Langjährige Grundwassergüteüberwachungen der FAG auf dem Betriebsgelände des Flughafens belegen folgende Aussagen (IF 2001a):

- Bei Durchströmen des Flughafengeländes nehmen die Sulfatgehalte aufgrund des Zu-
stroms unbelasteten neugebildeten Grundwassers von 60 mg/l auf Werte von 30 bis 40
mg/l ab.
- Die Chlorid-Konzentrationen im Grundwasser werden durch Niederschläge, stärker aber
durch Winterdienst an Straßen beeinflusst (IF 2001a).
- Im Oberstrom südöstlich des Flughafens liegen die Nitratwerte bei ca. 30 mg/l und sind
demnach leicht anthropogen beeinflusst. Während des Durchstroms durch das Flugha-
fengelände steigen die Werte aufgrund eines Nitratschadens mit harnstoffhaltigen Win-
terdienstmitteln auf über 100 mg/l, im Extremfall sogar auf über 300 mg/l (vgl. Teil
C.6.1.2.4).

Grundwasserneubildung

Die Neubildung ist u.a. stark abhängig von der Niederschlagsmenge, Verdunstung und der Nutzungsart. Aus dem Fachgutachten G15 Hydrologie/Hydrogeologie (IF 2001a) geht hervor, dass sich unter Zugrundelegung eines Musterbodens und nach Nutzung differenzierter Durchwurzelungstiefen eine Neubildungsrate unter Wald, ohne Berücksichtigung der Waldarten, des Bestandsalters, der Dichte etc., eine Grundwasserneubildung von 71 l/m² und Jahr ergibt. Für Grasland ergibt sich eine Rate von 151 l/m² und Jahr. Für einen niedrigen Gehölzstreifen am Bahnrand wird eine Neubildungsrate von 111 l/m² und Jahr angenommen.

Art und Mächtigkeit der Grundwasserdeckschichten

Als Grundwasserdeckschichten fungieren die obengenannten Kiese und Sande der ungesättigten Zone mit eingeschalteten lokalen Schluff- und Tonhorizonten. Oberflächennah stehen z.T. Flugsande an.

Die Mächtigkeiten der vorhandenen Böden schwanken, im Untersuchungsraum können die Deckschichten als geringmächtig, fein- bis grobkörnig und durchlässig eingestuft werden.

Grundwasserflurabstände

Bedingt durch den topographischen Anstieg nach Norden und den gleichzeitigen Abfluss des Grundwassers nach Nordwesten bei abnehmenden Spiegelhöhen nehmen die Grundwasserflurabstände kontinuierlich von Süden nach Norden zu. Die Abstände liegen zwischen 5 und 15 m (im Bereich von Absenkungstrichtern auch mehr).

Nördlich der Terrassenkante zwischen Kelsterbach und Schwanheim sowie westlich von Kelsterbach verringert sich der Flurabstand sprunghaft auf einen Wert um oder unter 5 m (IF 2001a).

Längerfristig betrachtet schwanken die Spiegelhöhen deutlich. In der Anlage C.6/7.1 werden die Flurabstände bei hohem Grundwasserstand (April 1988) dargestellt.

Bedingt durch den sich nach Westen weitenden Talraum des Gundbaches im südlichen Bereich des Untersuchungsraumes verringert sich der Flurabstand weiter bis nahe Null. Hier treten grundwasserbeeinflusste Böden mit entsprechender Vegetation auf.

Im mittleren Bereich der Startbahn 18 West beträgt der Flurabstand ca. 1 bis 2 m, hier ist ein oberflächennaher Grundwasserleiter ausgebildet (vgl. Anlage C.6/7.1).

Bereiche geringen Flurabstandes (Feuchtgebiete)

Flurabstände von unter ca. 3,5 m sind als gering zu bezeichnen. Hier ist die Vegetation, besonders die Baumwurzeln, direkt mit dem Grundwasser bzw. dem kapillaren Aufstieg in Kontakt. In diesen Bereichen sind natürlicherweise feuchtegeprägte Vegetationsbestände (z.B. Bruchwälder) anzutreffen. Bei Vergrößerungen der Flurabstände in diesen Bereichen besteht die Gefahr einer Störung der pflanzlichen Wasserversorgung und somit einer Schädigung von Bäumen.

Südlich des Flughafens treten vernässte Zonen in der Nähe der Startbahn 18 West im „Markwald“ auf, die nach Süden in den grundwassergeprägten Mönchbruch übergeht. Hier wurden vom Forstamt Feuchtbiotope mit offenen Wasserflächen angelegt.

Daran grenzt südlich ein größerer Bereich zwischen Walldorf im Osten, der B 486 im Süden und der Untersuchungsraumgrenze im Westen mit deutlichen Vernässungen. Hier liegt das NSG „Mönchbruch“.

Auch in ausgekierten Flächen entlang der A 3 und der NBS südlich der Variante Nordwest sind Bereiche geringer Flurabstände zu finden.

Nördlich der Terrassenkante zwischen der Brunnenkette „Hinkelstein Nord“ und der Ortslage Schwanheim befindet sich ein Bereich mit geringen Flurabständen. Die Wiese „Steinichte Wellen“ (Bereich des Bachlaufes des Kelsterbaches) sowie die südlich angrenzende Fläche bis zur eigentlichen Terrassenkante weisen entsprechende grundwasserbeeinflusste Böden bzw. ehemals grundwasserbeeinflusste Böden auf.

Waldflächen mit besonderen Funktionen für den Wasserhaushalt

Im Grundwasserbewirtschaftungsplan Hessisches Ried (RP DARMSTADT 1999 b/c) werden grundwasserabhängige Waldgebiete bezeichnet, das sind alle Waldflächen mit wurzelerreichbarem Grundwasser. Insbesondere zählt großflächig dazu das Schwarzbach (Gundbach) -gebiet im Umfeld des Mönchbruchs. Diese Flächen gelten als Tabuflächen mit der prioritären Zielsetzung, die bestehenden Grundwasserverhältnisse zu stabilisieren und neue Schädigungen in sensiblen Bereichen zu verhindern. Diese Flächen finden sich im südlichen Bereich der Startbahn 18 West sowie westlich von Mörfelden. Im Teil C.4 (Pflanzen und Biotope) werden die Waldflächen näher beschrieben.

Grundwassernutzungen und Grundwasserentnahmen

Öffentliche Grundwassernutzungen zur Trinkwassergewinnung

Nach IF (2001a) werden im Untersuchungsraum die folgenden Wassergewinnungsanlagen zur Trinkwasserversorgung betrieben:

(1) Entnahmeeinrichtung der Mainova AG:

Die Anlagen der Mainova AG im Stadtwald nördlich des Flughafens sind mengenmäßig die bedeutendste Gewinnungsanlagen. Neben dem Pumpwerk Hinkelstein existieren im Untersuchungsraum die Pumpwerke Schwanheim, Goldstein und Oberforsthaus.

Da insbesondere die Anlagen des Pumpwerkes Hinkelstein unterstromig des Flughafengeländes liegen, wurde ein umfangreiches Schutz- und Entflechtungskonzept erarbeitet. Des Weiteren wurde der Aufbau eines Grundwasserschutzsystems aus mehreren Elementen (Monitoringsystem, betriebsbereite Entnahmebrunnen und Infiltrationsbrunnen) beschlossen. (FAG-PSL-A 2000). Die Mainova AG besitzt im Frankfurter Stadtwald bedeutende Wasserrechte (Angaben der Mainova AG). Für die Wasserwerke Hinkelstein, Goldstein und Oberforsthaus bestehen derzeit Wasserrechte von 13,5 Mio. m³.

- Wasserwerk Hinkelstein (12 Brunnen)

1997 beantragte Wasserrechte: 6,725 Mio. m³/a. Die Entnahmen der vergangenen Jahre waren deutlich geringer, so dass die Wasserbilanz aufgrund höherer Infiltrationen positiv ausfiel. Bis 1999 wurde zusätzlich Mainwasser infiltriert, um die Brunnen vor der oberstromigen Nitratbelastung des Grundwassers zu schützen. Mittlerweile wird denitrifiziertes Grundwasser infiltriert.

- Wasserwerk Goldstein (24 Brunnen)

1997 beantragte Wasserrechte: 6,9 Mio. m³/a. Die Entnahmemenge verringert sich durch die geplante Infiltration in Höhe von 4,1 Mio. m³ pro Jahr auf 2,8 Mio. m³.

- Wasserwerk Oberforsthaus (18 Brunnen)

1997 beantragte Wasserrechte: 1,4 Mio. m³/a. Die Entnahmemenge verringert sich durch die geplante Infiltration in Höhe von 0,4 Mio. m³ pro Jahr auf 1,0 Mio. m³.

- Wasserwerk Schwanheim (12 Brunnen)

Das bestehende Wasserrecht (1977) beträgt 5,475 Mio. m³/a, die Entnahmemengen der vergangenen Jahre lagen deutlich darunter (1997: 3,21 Mio. m³, 1998: 3,38 Mio. m³ und 1999: 3,03 Mio. m³). Zusätzliche Infiltrationen finden nicht statt.

- Hattersheim

Nördlich des Mains befinden sich die Brunnenanlagen des Pumpwerkes Hattersheim. Die Anlagen bestehen aus zwei Pumpwerken, zwei Zusatzanlagen und drei Abschöpfbrunnen. Es bestehen Wasserrechte von insgesamt 16 Mio. m³/a.

(2) Zeppelinheim

Die zum Zweckverband Wasserversorgung der Stadt und des Kreises Offenburg gehörigen Wassergewinnungsanlagen (2 Brunnen) befinden sich südlich von Zeppelinheim. Es besteht ein Wasserrecht über 146.000 m³/a, beantragt ist eine Erhöhung auf 175.000 m³/a. Die Entnahmemengen für 1997 betragen 0,144 Mio. m³ und für 1998 0,158 Mio. m³.

(3) Walldorf

Für die im Untersuchungsraum liegenden fünf Brunnen der Stadtwerke Mörfelden-Walldorf bestehen Wasserrechte über 1,1 Mio. m³/a. 1997 wurden 901.122 m³, 1998 994.089 und 1999 1.048.902 m³ entnommen.

(4) Weitere Trinkwasserentnahmen

Derzeit werden von der Fraport AG zwei von fünf von der US Air Base übernommenen Brunnen zur Trinkwasserteilversorgung im Bereich CargoCity Süd genutzt. Es besteht ein Wasserrecht von 0,84 Mio. m³/a. Die tatsächlichen Fördermengen betragen 1997 und 1998 je weniger als 0,4 Mio. m³.

(5) InfraServ

Die u. g. Brunnen der InfraServ dienen der Trink- und Brauchwasserversorgung.

Industrielle Entnahmen

(1) InfraServ, Brunnenkette an der B 43

In einer Kette entlang der B 43 zwischen Kelsterbach und Raunheim liegen 4 Brunnen mit einer bewilligten Entnahmemenge von 5,5 Mio. m³/a. Die tatsächlichen Entnahmemengen betragen zwischen 1997 und 1999 4,2 bis 4,47 Mio. m³/a. Diese Brunnen dienen auch der Trinkwassergewinnung.

(2) Ticona

Eine weitere von InfraServ betriebene Entnahme förderte 1999 ca. 123.000 m³. Das auf die Hoechst AG lautende Wasserrecht beläuft sich auf 1 Mio. m³/a. 1999 betrug die entnommene Menge ca. 123.000 m³.

(3) AKZO Faser (früher: Enka)

Auf dem Werksgelände der Firma Akzo Faser wurden sechs Brunnen betrieben. Die Firma hat eine Bewilligung zur Entnahme von 4,5 Mio. m³/a. Die tatsächlichen Entnahmen betragen 1997 und 1998 mit 2,28 Mio. m³ bzw. 2,16 Mio. m³ deutlich weniger. Seit 2000 besteht die Firma nicht mehr, die industrielle Förderung ruht derzeit.

(4) Weitere Entnahmerechte

Weitere Entnahmen mit geringen Entnahmemengen bestehen im Bereich Walldorf: Forstamt Schwanheim: 27.800 m³/a, Sand- und Kiesgrube Rhein-Main: 360 m³/a, Baustoffwerke Wall-

dorf TRAMO 3.500 m³/a und Deutsche Bau- und Siedlungsgesellschaft 3.600 m³/a. Diese Entnahmen sind wegen der geringen Mengen nicht relevant.

Grundwasserentnahmen für Sanierungszwecke

(1) Nitrat-Sanierung Flughafen

Zur Sanierung der Grundwasserbelastung mit harnstoffhaltigen Winterdienstmitteln (vgl. Teil C.6.1.2.4) wurden insgesamt 14 Brunnen installiert. Derzeit werden max. ca. 300 m³ Wasser denitrifiziert und über Schluckbrunnen oberstromig der TGA Hinkelstein infiltriert. Die restliche Laufzeit der Sanierung wird voraussichtlich 15 Jahre betragen.

(2) LCKW-Sanierung Deutsche Lufthansa

Der in den siebziger Jahren durch leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe entstandene Grundwasserschaden (vgl. Teil C.6.1.2.4) wird derzeit mittels fünf Entnahmebrunnen saniert. 1999 wurden ca. 1,2 Mio. m³ Grundwasser gereinigt. Die Förderleistung soll weiter erhöht werden. Das Wasser wird teilweise als Brauchwasser genutzt und anschließend ins Abwasser eingeleitet. Zur Abwehr der Fahnenausbreitung versickert die Mainova AG zusätzlich aufbereitetes Mainwasser (1999: 569.100 m³, 2000: ca.: 430.000 m³). Die Sanierung wird voraussichtlich noch bis zu zehn Jahre in Anspruch nehmen.

(3) Caltex-Sanierung

Die durch Kohlenwasserstoff entstandenen Grundwasserschäden werden durch Entnahme aus sechs Brunnen mit anschließender Strippung und Filtration saniert. Pro Jahr werden ca. 1,4 Mio. m³ gefördert, zusätzlich werden 0,35 Mio. m³ aus dem Bereich des benachbarten Tanklagers gefördert. Jährlich werden 1,3 Mio. m³ reinfiltriert. Von der verbleibenden Nettoentnahme von 0,45 Mio. m³ pro Jahr werden 0,045 Mio. m³ als Prozesswasser an die Firma Ticona abgegeben, der Rest wird in den Main abgeleitet. Die 1974 begonnene Sanierung wird noch etwa zehn Jahre andauern.

6.1.2.3 Gesetzlich und gesamtplanerisch geschützte Bereiche

Im Untersuchungsraum befinden sich eine Vielzahl von Trinkwassergewinnungsanlagen (TWG) mit umgebenden Wasserschutzgebieten (WSG) mit den Zonen I, II, III bzw. III A und III B. In der Anlage C.6/7.1 sind diese Wasserschutzgebiete dargestellt. Nachfolgend werden die Wasserschutzgebiete kurz beschrieben:

Wasserschutzgebiet für Grundwassergewinnungsanlagen der Mainova AG

Das WSG für die Trinkwassergewinnungsanlagen (TWG) der Pumpwerke „Hinkelstein“, „Schwanheim“, „Goldstein“, „Oberforsthaus“ und „Staustufe Griesheim“ umfasst den gesamten Frankfurter „Unterwald“ sowie den östlichen Bereich des bestehenden Flughafens. Im Osten reicht das WSG über den Untersuchungsraum hinaus. Dieses WSG ist für die Frankfurter Wasserversorgung von großer Bedeutung. Die Variante Nordost liegt vollständig in der Zone III A des WSG, Teilflächen im Westen der Variante Nordost ragen in die Zone II hinein.

Wasserschutzgebiet zur Wassergewinnungsanlage Zeppelinheim

Das WSG befindet sich im Ostteil des Untersuchungsraumes, südlich des o.g. WSG. Es liegt oberstromig zu allen zu untersuchenden Varianten sowie der variantenunabhängigen Betriebsflächen und Einrichtungen.

Wasserschutzgebiet zur Wassergewinnungsanlage Walldorf

Südlich an das WSG Zeppelinheim grenzt das WSG der TWG Walldorf an, der größte Teil befindet sich südöstlich außerhalb des Untersuchungsraumes. Das WSG liegt oberstromig zu allen zu untersuchenden Varianten sowie der variantenunabhängigen Betriebsflächen und Einrichtungen.

Wasserschutzgebiet „Schönauer Hof“ der Stadtwerke Mainz AG

Der gesamte südliche Untersuchungsraum, westlich der B 44 befindet sich in der Zone III B dieses Wasserschutzgebietes. Entnahmeeinrichtungen sind ca. 6,5 km westlich des Mönchbruches, außerhalb des Untersuchungsraumes.

Teilflächen der Variante Süd befinden sich wenige 100 m oberstromig des Schutzgebietes.

Wasserschutzgebiet Hattersheim der Mainova AG

Nordwestlich des Mains befinden sich Teile des WSG Hattersheim mit den Zonen I, II und III im Untersuchungsraum.

Weitere Schutzgebiete und fachplanerische Festsetzungen

Heilquellenschutzgebiete und wasserwirtschaftlich schutzbedürftige Flächen sind im Untersuchungsraum nicht ausgewiesen.

Im Regionalplan Südhessen (RP DARMSTADT 2000d) sind großräumig die Flächen um den bestehenden Flughafen Frankfurt Main als „Bereiche für die Grundwassersicherung“ gekennzeichnet, die dem Schutz besonders sensibler und ergiebiger Grundwasservorkommen dienen. Die Flächenschutzkarte Hessen weist Flächen um den Flughafen Frankfurt Main als „wasserwirtschaftlich schutzbedürftige Fläche der Stufe II aus, die Grundwasserfassungen sind der Stufe I zugeordnet. Im Grundwasserbewirtschaftungsplan Hessisches Ried (RP Darmstadt 1999 b/c) sind Waldflächen südwestlich des Flughafens als „Tabuflächen“ zur Stabilisierung von Grundwasservorkommen bezeichnet.

6.1.2.4 Vorbelastungen

Vorbelastungen ergeben sich aus einer Reihe von Schadensfällen mit wassergefährdenden Stoffen, wie Nitrat, LCKW, Arsen bzw. Nitroaromate sowie Kohlenwasserstoffe, die zu einer qualitativen und quantitativen Veränderung des Grundwassers führen. Die Schäden sind

identifiziert und befinden sich z.T. in einer Sanierung. Nachfolgend werden die relevanten aufgetretenen Schadensfälle erläutert.

Nitratschaden

Durch harnstoffhaltige Winterdienstmittel wurde das Grundwasser mit Nitrat belastet. Die höchsten Konzentrationen finden sich südlich der Flugzeughallen 3 und 5. Nach Westen hin lässt sich die Grundwasserfahne aufgrund fehlender Nitrat-Untersuchungen nicht begrenzen. Zur Sanierung wurden nördlich des Flughafengeländes 14 Brunnen installiert. Derzeit werden aus 12 Brunnen max. ca. 300 m³/h nitratbelastetes Wasser denitrifiziert und über Schluckbrunnen oberstromig der Trinkwassergewinnungsanlage Hinkelstein infiltriert. Die Konzentrationen an diesen Brunnen liegen zwischen 150 mg/l und 300 mg/l. Die restliche Laufzeit wird auf etwa 15 Jahre geschätzt.

LCKW Schaden

Eine nach einem Schaden mit leichtflüchtigen chlorierten Kohlenwasserstoffen (Reinigungsmittel) aus den 70er Jahren entstandene Grundwasserfahne, die sich heute aus dem Bereich der Deutschen Lufthansa Basis aus dem Flughafengelände hinwegbewegt hat und bis zum Main nach Kelsterbach erstreckt, wird derzeit durch 5 Entnahmebrunnen saniert, diese Sanierung dauert voraussichtlich noch ca. 7 bis 10 Jahre. Die Konzentrationen in zwei Schadenszentren lagen 1999 bei 0,7 mg/l (Lufthansa Basis) und 1,0 mg/l (Nähe Umgehungsstraße Kelsterbach).

Kohlenwasserstoffe

Im Bereich der ehemaligen Caltex-Raffinerie kam es zu Kohlenwasserstoffschäden im Grundwasser. Seit 1974 wird eine Sanierung betrieben. Aus 6 Brunnen wird Wasser infiltriert. Die Sanierung wird noch etwa 10 Jahre andauern, Angaben zu Konzentrationen der Schadstoffe im Grundwasser liegen nicht vor.

Arsen-/Nitroaromate

Nach dem ersten Weltkrieg wurden südlich der Halle 9 Munitionssprengungen durchgeführt, durch die Kampfstoffe und Explosivstoffe in Atmosphäre und Boden gelangten. Bei 1984 beginnenden Entmunitionierungsarbeiten wurden Kampfstoffampullen gefunden und im Boden hohe Arsenkonzentrationen nachgewiesen. 1985 wurden Grundwassermessstellen eingerichtet und Arsen sowie im Jahr 1993 Nitroaromaten nachgewiesen. Belastungsschwerpunkt ist der Bereich der heutigen Flugzeughalle 9 im Süden der vorhandenen Start- und Landebahnen und der Bereich Cargo Center 2. Auf Basis vorhandener Grundwassermessstellen ist eine Abgrenzung der Schadstofffahne nicht sicher möglich.

Schäden im Bereich der US Air Base und der zurückgegebenen Teilflächen

In diesem Bereich sind mindestens neun Grundwasserschadensfälle dokumentiert, die z.T. eine gemeinsame Grundwasserfahne ausbilden. Keiner dieser Schäden befindet sich derzeit in Sanierung. Sanierungsvoruntersuchungen und Sanierungsplanungen werden bereits teilweise durchgeführt. Weiter Schadensfälle können nicht ausgeschlossen werden.

Die Schadstoffinventarisierung beinhaltet folgende Stoffe: aliphatische Kohlenwasserstoffe, einkernige aromatische Kohlenwasserstoffe, leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe, polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe, Schwermetalle. Nachfolgend werden die dokumentierten Schadensfälle kurz erläutert:

- Grundwasserverunreinigung, ausgehend vom ehemaligen Feuerlöschübungsplatz, Schadstoffinventar: aliphatische Kohlenwasserstoffe, einkernige aromatische Kohlenwasserstoffe und leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe
- Grundwasserverunreinigung, ausgehend vom Hangar A 469, Schadstoffinventar: aliphatische Kohlenwasserstoffe, einkernige aromatische Kohlenwasserstoffe und leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe
- Grundwasserverunreinigung, ausgehend von vergrabenen Teerfässern, Schadstoffinventar: vermutlich durch Lösungsmittel aktivierte polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe
- Grundwasserverunreinigung, ausgehend vom Gebäude A 304, Schadstoffinventar: leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe
- Grundwasserverunreinigung, ausgehend vom Gebäude A 300, Schadstoffinventar: einkernige aromatische Kohlenwasserstoffe und Kohlenwasserstoffe
- Grundwasserverunreinigung, ausgehend vom Bereich A 400. Schadstoffinventar: einkernige aromatische Kohlenwasserstoffe und Kohlenwasserstoffe
- Grundwasserverunreinigung, ausgehend vom Bereich „sand pit area“ Schadstoffinventar: einkernige aromatische Kohlenwasserstoffe und Kohlenwasserstoffe, polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe und Schwermetalle
- Grundwasserverunreinigung, ausgehend vom Gebäude A 288 sowie im Bereich POL-yard, Schadstoffinventar: aliphatische und einkernige aromatische Kohlenwasserstoffe, halogenierte Aromaten und Schwermetalle
- Grundwasserverunreinigung, ausgehend vom Gebäude A 55, Schadstoffinventar: einkernige aromatische Kohlenwasserstoffe und Kohlenwasserstoffe sowie leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe, polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe und Tenside

Detaillierte Darstellungen finden sich in den Fachgutachten G 15 Hydrologie/Hydrogeologie (IF 2001a) und G 11 Dokumentation und Bewertung von Altlasten, Altlastenverdachtsflächen, sonstigen schädlichen Bodenverunreinigungen und Grundwasserschadensfällen (IF 2001b).

Weitere potenzielle Vorbelastungen, die sich aus dem Umgang mit Stoffen ergeben können

Weitere Vorbelastungen können sich aus dem betriebsbedingten Umgang mit potenziell wassergefährdenden Stoffen im Flughafenbetrieb ergeben. Eingesetzt werden Kraftstoffe, Düngemittel, Pflanzenschutzmittel und Rodentizide, Betriebsflächenenteiser, Feuerlöschmittel. Auch der Reifenabrieb von Flugzeugen muss zu diesen Stoffen gerechnet werden.

Bezüglich verwendeter Kraftstoffe, v.a. Kerosin besteht ein mehrfach abgesichertes Sicherheitssystem aus unterirdischen Rohrleitungen. Kraftstoffüberläufe beim Betanken von Flugzeugen sind nur im Startbereich möglich, Landebahnen sind nicht betroffen.

Düngemittel werden auf nährstoffarmen Böden eingebracht, um eine geschlossene Vegetationsdecke sicherzustellen. Die Menge der ausgebrachten Düngemittel ist auf ein Mindestmaß reduziert und wird lediglich auf die mechanisch beanspruchten Randstreifen entlang der Start-/Landebahnen und Rollbahnen beschränkt.

Pflanzenschutzmittel werden punktuell im Anlagen- und Vorfeldbereich ausgebracht. Es werden keine Mittel mit Wasserschutzgebietsauflagen verwendet. Um die Gefahr des Vogelschlags zu minimieren werden in Abhängigkeit von der Mäusepopulation ggf. Rodentizide (Mausköder) ausgebracht, um das Gebiet für Greifvögel unattraktiv zu machen.

Im Winter finden Betriebsflächenenteiser auf Basis von Kaliumformiat und Flugzeugenteiser auf Basis von Monopropylenglycol Verwendung. In den nicht kanalisierten Flächen (Start-/Landebahnsystem) erfolgt eine begleitende Grundwassergüteüberwachung. In den kanalisierten Flächen werden Abwasserüberwachungen durchgeführt. Durch kontrollierte und optimierte Ausbringung dieser Winterdienstmittel kann die Verwendung auf ein minimal notwendiges Maß beschränkt bleiben.

Feuerlöschmittel werden bei Einsätzen und Übungen angewendet, wobei Schaum- und Pulverlöschmittel Verwendung finden. Der Verbrauch zu Übungszwecken wurde stark eingeschränkt. Bei Übungen wird auch mit Wasser gelöscht. Übungen finden auf versiegelten Flächen statt, das anfallende Feuerlöschmittel-Wassergemisch wird über die Kanalisation der Kläranlage der US Air Base zugeführt.

Reifenabrieb von Flugzeugen wird mittels Hochdrucktechnik mit Spezialfahrzeugen entfernt und das anfallende Spülwasser direkt in das Reinigungsfahrzeug zurückgesaugt.

6.1.3 Bewertung der Ist-Situation

6.1.3.1 Methode der Bewertung der Ist-Situation

Die Bewertung der Ist-Situation baut auf die Bewertungskriterien und den Bewertungsrahmen des Fachgutachtens G 15 „Hydrologie und Hydrogeologie“ (IF 2001a) auf.

In der nachfolgenden Tabelle Tab. C - 156 sind die Bewertungskriterien für die Ist-Situation der Grundwassersituation im Untersuchungsraum zusammenfassend dargestellt.

Tab. C - 156: Bewertungskriterien zur Bestandsbewertung Schutzgut Wasser

Teilkomplex	Bewertungskriterien	Bewertungsrahmen			
Ergiebigkeit der Grundwasservorkommen	Ergiebigkeit nach Ergiebigkeitsklassen	Aufgrund hoher Ergiebigkeit überall hoch (Einstufung gemäß Fresenius-Fachgutachten, IF 2001a)			
Grundwasserqualität	Qualität (Chemismus)	verbal-argumentativ			
Empfindlichkeit des Grundwasser gegenüber Schadstoffeintrag	Mächtigkeit und Ausbildung der Deckschichten	Mächtigkeit	gering, durchlässig	feinkörnig, durchlässig	grobkörnig, durchlässig
		0 – 1 m	hoch	hoch	hoch
		1 – 5 m	mittel	hoch	hoch
		5 – 10 m	gering	mittel	hoch
		> 10 m	gering	gering	mittel
Gebiete mit Funktionen für Grundwasserschutz und -sicherung	Grundwasserflurabstand Biotypen Ausweisung nach Regionalplan (RP DARMSTADT 2000d) bzw. Grundwasserbewirtschaftungsplan Hessisches Ried (RP DARMSTADT 1999b/c)	1 Klasse mit Flurabständen < 1m Aufgrund der Funktionen für Grundwasserschutz und –sicherung hochwertig			

6.1.3.2 Bewertungsergebnis

Empfindlichkeit des Grundwassers gegenüber Schadstoffeintrag

Aufgrund der geringen Abdeckung der oberflächennaher Grundwasserleiter sowie der meist guten Durchlässigkeit der Deckschichten kann im gesamten Untersuchungsraum mindestens von einer mittleren Empfindlichkeit gegenüber Verschmutzungen des Grundwassers im Bereich geringer Flurabstände im südlichen bzw. südwestlichen Untersuchungsraum auch von einer hohen Empfindlichkeit ausgegangen werden. In der Anlage C.6/7.1 sind die Verschmutzungsempfindlichkeiten bei hohem Grundwasserstand (April 1988) dargestellt. Bereiche mit geringen Flurabständen und somit hoher Verschmutzungsempfindlichkeit befinden sich vor allem im Süden des Untersuchungsraumes bis zum bestehenden Flughafen Frankfurt Main sowie im Norden des Untersuchungsraumes südlich des Mains. Die Flächen nordwestlich des Mains weisen eine hohe bis mittlere Empfindlichkeit auf. Flächen mit mittleren bzw. niedrigen Empfindlichkeiten gegenüber Verschmutzung des Grundwassers befinden sich im nördlichen Teil des bestehenden Flughafens bis etwa zur Bahnlinie zwischen Kelsbacherbach und Niederrad sowie im Osten bis nach Zeppelinheim. Auch die Flächen westlich der B 44 weisen bis auf kleine Bereiche zwischen dem Walldorfer See und dem Langener Waldsee eine mittlere bis geringe Verschmutzungsempfindlichkeit auf.

Grundwasserergiebigkeit

Die Ergiebigkeit der Grundwasservorkommen wird für den gesamten Untersuchungsraum generell hoch eingestuft, da die Kelsterbacher Tiefscholle zu den ergiebigsten Grundwasservorkommen Deutschland zählt (IF 2001a). In der Übersichtskarte der mittleren Grundwasserergiebigkeit (zit. in IF 2001a) ist der gesamte Untersuchungsraum als zugehörig zur höchsten Ergiebigkeitsklasse ($> 50 \text{ l/sec. pro Bohrung im Hauptwasserstockwerk}$) ausgewiesen.

Grundwasserqualität

Das Grundwasser im Oberrheingraben ist meist hart bis mittelhart, im Untersuchungsraum ist die Mineralisation des Grundwassers meist gering. Anthropogene Einflüsse haben die Qualität des natürlichen Grundwassers verändert. Durch verschiedene Schadensfälle sind Grundwasserverunreinigungen aufgetreten, die sich z.T. bereits in Sanierung befinden (vgl. Teil C.6.1.2.4. Vorbelastungen). In der Anlage C.6/7.1 sind die Grundwasserverunreinigungen im Untersuchungsraum dargestellt.

Gebiete mit für den Naturhaushalt geringen Grundwasserflurabständen

Im Grundwasserbewirtschaftungsplan Hessisches Ried werden grundwasserabhängige Waldgebiete bezeichnet, das sind alle Waldflächen mit wurzelerreichbarem Grundwasser. Insbesondere zählt großflächig dazu das Schwarzbachgebiet im Umfeld des Mönchbruchs. Diese Flächen gelten als Tabuflächen mit der Zielsetzung, die bestehenden Grundwasserhältnisse zu stabilisieren (RP DARMSTADT 1999b). Aus diesem Grund werden sie als für den Wasserhaushalt bedeutend eingestuft und mit „hoch“ bewertet. Flächen mit Grundwasserabständen unter 1 m, die gleichzeitig Biotopfunktionen erfüllen werden als hochwertig eingestuft.

6.1.4 Status-Quo-Prognose

Im Prognosenullfall für den Flughafen Frankfurt Main bezogen auf das Jahr 2015 ist eine Kapazitätsauslastung des vorhandenen Start- und Landbahnsystems sowie der Bau eines neuen Satelliten im Süden vorgesehen. Durch den Bau eines neuen Satelliten mit einhergehender Versiegelung großer Flächen sind Änderungen der Grundwasserdynamik zu erwarten. Die Grundwasserneubildung wird durch den hohen Anteil versiegelter Flächen lokal herabgesetzt, die neu errichteten Gebäude ragen mit ihren Fundamenten in den Grundwasserkörper hinein, da die Flurabstände hier sehr gering sind und im Westen ein oberflächennaher Grundwasserleiter vermutet wird. Dadurch sind lokale Barriereeffekte mit verbundenen Umlenkung des fließenden Grundwassers möglich. Aufgrund der vorhandenen Vorbelastungen des Grundwassers in diesem Bereich, sind Nutzungsbeeinträchtigungen der Fraport-Wassergewinnung in Abhängigkeit von Entnahmemenge und -dauer nicht auszuschließen.

Um Wassergewinnung und Flughafenbetrieb zu entflechten, ist bereits in der Ist-Situation vorgesehen, die Brunnen Hinkelstein I S, II S und teilweise III S zu schließen, ein zu errichtender Ersatzbrunnen befindet sich nordwestlich der vorgesehenen Landebahn.

Der bereits im Prognosenullfall geplante Nord-Süd-Tunnel wird unter Berücksichtigung der vorhandenen Flurabstände über seine gesamte Länge in den Grundwasserkörper hereinragen oder sogar vollständig im Grundwasser liegen. Es ist beim derzeitigen Kenntnisstand nicht auszuschließen, dass es oberstromig zu Staueffekten oder weitläufigen Umlenkeffekten kommt, deren Radius mit mehreren 100 m abgeschätzt wird (IF 2001a).

6.2 Auswirkungsprognose und -bewertung

6.2.1 Übersicht über die Auswirkungskategorien

Grundsätzlich werden bau-, anlage- und betriebsbedingte Auswirkungen berücksichtigt. Die baubedingten Auswirkungen bei der Erweiterung des Flughafens werden sich zeitlich nach dem derzeitigen Planungsstand nicht über die anlage- und betriebsbedingten Auswirkungen hinaus erstrecken. Alle für den Bau der Startbahn erforderlichen Flächen werden sich innerhalb der anlagebedingten Flächeninanspruchnahmen befinden, so dass für die Baudurchführung keine zusätzlichen Flächen, z.B. für Baumaterialien und -maschinen, Baubüros etc. benötigt werden. Dies entspricht dem gesetzlichen Gebot der Eingriffsvermeidung. Bei den baubedingten Auswirkungen werden, soweit es im derzeitigen Planungsstand möglich ist, in Verbindung mit den anlagebedingten Auswirkungen die möglichen Beeinträchtigungen der Grundwasserdynamik aufgrund von Tiefbaumaßnahmen erfasst. Weitere baubedingte Auswirkungen durch baubedingte Schadstoffeinträge sind derzeit nicht prognostizierbar. Aufgrund des temporären Charakters ist davon auszugehen, dass derartige Auswirkungen keine raumbedeutsame Erheblichkeit annehmen.

Potenzielle Flugzeughavarien können in Abhängigkeit von Betankungsmenge bzw. Menge des auslaufenden Kerosins sowie den Flurabständen des Grundwassers zu unterschiedlichen Gefährdungen führen des Grundwassers. Für mögliche Störfälle und Havarien existiert bei der Fraport AG ein internes Umwelt- und Qualitätssicherungs-System. Die Betriebsanweisung Not (BA – Not 2000) regelt schnelle und effektive Einsätze von Feuerwehr und Sicherheitspersonal. Hier sind alle auszuführenden Tätigkeits- und Informationsketten beschrieben, so dass eine rasche Schadensbegrenzung möglich wird und evtl. weitere Beeinträchtigungen vermieden werden können. Störfälle und Havarien werden in Anbetracht der verschwindend geringen Wahrscheinlichkeit im folgenden nicht weiter behandelt (vgl. Teil B.5.2.11).

Funktionsbeeinträchtigungen durch bauzeitliche Staub- oder Schadstoffimmissionen werden kaum über die betriebsbedingten Beeinträchtigungen hinaus wirksam sein. Deshalb kann auf eine Betrachtung dieser Auswirkungskategorie nachfolgend verzichtet werden.

Tab. C - 157: Auswirkungskategorien

Auswirkungskategorie	Prognosemethode	Bilanzgröße
anlagebedingt		
Veränderung der Grundwasserneubildung durch Rodung, Versiegelung und Verdichtung	Verlustflächenermittlung Gefährdungsabschätzung	Fläche
Beanspruchung von Flächen mit Funktionen für Grundwasserschutz und -sicherung	Verlustflächenermittlung	qualitativ/Fläche
Beeinträchtigung der Grundwasserdynamik und -flussrichtung durch Hemmung, Umleitung, Stau, Anschnitt	Gefährdungsabschätzung	
Beanspruchung von Trinkwasserschutzgebieten (WSG Zonen I, II, III) und Beeinträchtigung von Grundwassernutzungen	Verlustflächenermittlung	Fläche
	Gefährdungsabschätzung	qualitativ
betriebsbedingt		
Gefährdung von Grundwasserleitern insbesondere in Wasserschutzgebieten durch potenzielle Schadstoffeinträge	Gefährdungsabschätzung in Abhängigkeit von der Empfindlichkeit der Grundwasservorkommen gegenüber Schadstoffeintrag und den Ergebnissen der Immissionsprognose sowie der Depositionsabschätzung	qualitativ
Potenzielle Gefährdung von Grundwasserleitern bei Unfällen mit wassergefährdenden Stoffen (Kraftstoffe, Düngemittel, Pflanzenschutzmittel, Betriebsflächenenteiser, Feuerlöschmittel etc.)	Gefährdungsabschätzung	qualitativ
baubedingt		
Beeinträchtigung der Grundwasserdynamik durch Anschnitt, Stau, Umleitung, Absenkung bei Großbauwerken (Bauwerkgründungen, Tunnel, Trogbauwerke etc.)	Gefährdungsabschätzung	qualitativ

6.2.2 Veränderung der Grundwasserneubildung, und -dynamik (anlage- und baubedingt)

6.2.2.1 Methode der Auswirkungsprognose und -bewertung

Die Prognose und Bewertung der Auswirkungen erfolgt anhand einer Gefährdungsabschätzung auf Grundlage des Fachgutachtens Geologie / Hydrogeologie (IF 2001a).

Durch Flächenversiegelungen, Bodenverdichtungen sowie Rodungen kann grundsätzlich die Grundwasserneubildungsrate beeinflusst werden. Während Flächenversiegelungen und -verdichtungen die Grundwasserneubildung herabsetzen, erhöht sie sich bei den gerodeten Flächen (s. Teil C.6.1.2.2). Diese Flächeninanspruchnahmen werden verbalargumentativ

beschrieben und die resultierenden Beeinträchtigungen in einer Gefährdungsabschätzung verbal beschrieben.

Bau- und anlagebedingte Beeinträchtigungen der Grundwasserdynamik, z.B. durch Einbindung von Bauwerken in das Grundwasser werden in einer verbalargumentativen Gefährdungsabschätzung erläutert, da quantitative Aussagen beim derzeitigen Planungsstand nicht möglich sind. Mögliche Auswirkungen, wie Stau- und Barriere- oder Umlenkeffekte des fließenden Grundwassers lassen sich demnach auch nur qualitativ abschätzen.

In der nachfolgenden Tab. C - 158 wird die Bewertung der Beeinträchtigungen der Grundwasserneubildung und Grundwasserdynamik durch Rodung, Versiegelung, Verdichtung, Hemmung, Umleitung, Stau oder Anschnitt erläutert.

Tab. C - 158: Bewertungsrahmen für die Beeinträchtigungen der Grundwasserneubildung und -dynamik (bau- und anlagebedingt)

Wertstufe	Bezeichnung	Kriteriumsausprägung	Erläuterung
A	Bereich starker Umweltauswirkungen	Deutliche und dauerhafte Verringerung der Grundwasserneubildung	Eine wesentliche Einschränkung der Grundwasserneubildung ist gemäß § 43 (3) HWG gesetzlich unerwünscht
B	Bereich deutlicher Umweltauswirkungen	Dauerhafte großflächige Veränderung der Grundwasserdynamik durch Einbindung von Bauwerken in das Grundwasser, insb. in Flächen mit geringen Grundwasserflurabständen	Es können großräumige Stau- bzw. Barrierewirkungen auftreten und es besteht die Gefahr des Grundwasseraustritts bzw. der Grundwassergefährdung
C	Bereich mäßiger Umweltauswirkungen	Dauerhafte lokale Veränderung der Grundwasserdynamik durch Einbindung von Bauwerken in das Grundwasser, insb. in Flächen mit geringen Grundwasserflurabständen	Es können lokale Stau- bzw. Barrierewirkungen auftreten und es besteht die Gefahr des Grundwasseraustritts bzw. der Grundwassergefährdung
R E L E V A N Z S C H W E L L E			
D	Bereich unerheblicher Umweltauswirkungen	Temporäre lokale Veränderungen der Grundwasserdynamik durch Baugruben und Tunnelbaumaßnahmen	aufgrund der zeitlichen Begrenzung nicht erheblich

6.2.2.2 Prognose der Auswirkungen

Die Grundwasserneubildung ist neben der Niederschlagsmenge auch von der Lufttemperatur, der Verdunstung und der Bodenbedeckung, z.B. der Vegetation abhängig. So ist unter Waldland die Grundwasserneubildung geringer als unter Grasland. In Abhängigkeit von der Versiegelungsart und dem Grad der Versiegelung kann die Grundwasserneubildung lokal stark eingeschränkt sein.

Anlagebedingt werden bei Realisierung aller Varianten großflächig Waldflächen gerodet, dabei geht die Bodenvegetation ebenfalls verloren. Teile dieser Flächen werden versiegelt oder es kommt zu Verdichtungen des Bodens.

Eine Veränderung der Grundwasserneubildung ist nur schwer zu prognostizieren. Die durch Rodung erhöhte Grundwasserneubildung wird teilweise durch die versiegelte Fläche wieder kompensiert. Im Fachgutachten Hydrologie/Hydrogeologie (IF 2001a) wird angenommen, dass unter Grasland eine erhöhte Grundwasserneubildung stattfindet. Im Rahmen der Untersuchungen zur Startbahn 18 West wurde eine geringfügig erhöhte Grundwasserneubildung unter gerodeten Flächen im Vergleich zu umgebenden Waldflächen nachgewiesen. Generell wird bei keiner der Varianten die Grundwasserneubildung so stark beeinflusst bzw. verändert, dass mit erheblichen Auswirkungen auf ökologische oder wasserwirtschaftliche Funktionen zu rechnen ist (IF 2001a).

Für die Variante Nordwest werden aufgrund des geplanten Versiegelungsgrades und der Umnutzung der Freiflächen zu Grasland signifikante Grundwasserabsenkungen oder –anstiege nicht erwartet (IF 2001a). Langfristig überlagern die niederschlagsabhängigen Schwankungen des Grundwasserspiegels die evtl. projektbedingten Änderungen vollständig. Ebenso wenig werden Auswirkungen auf die Trinkwassergewinnungsanlage Hattersheim quantifizierbare Ausmaße erreichen, die laufenden Sanierungsmaßnahmen (Caltex, LCKW und Nitrat) werden nicht durch sich ändernde Grundwasserstände beeinträchtigt (IF 2001a).

Bei der Variante Nordost werden die durch Rodung resultierenden geringen Grundwasserspiegelanstiege durch den Versiegelungsgrad der Gesamtfläche von etwa 21% ausgeglichen, so dass nicht mit signifikanten Änderungen zu rechnen ist, die Wasserspiegelschwankungen werden sich innerhalb der langjährigen natürlichen Schwankungsbreiten bewegen (IF 2001a).

Aufgrund der Lage der Variante Süd ist nicht mit einer signifikanten Verschiebung der unterirdischen Wasserscheide über das durch die Variation der Niederschläge bedingte Maß hinaus zu rechnen (IF 2001a). Hierfür wird vorausgesetzt, dass die Neubildungsverluste im Bereich der benachbarten variantenunabhängigen Betriebsflächen und Einrichtungen kompensiert werden. Unter Berücksichtigung der aus dem Bau der Startbahn 18 West gewonnenen Erfahrungen wird, trotz des hohen Versiegelungsgrades, nur eine geringe Veränderung im Maßstab von deutlich unter einem halben Meter prognostiziert (IF 2001a).

Nach Aussagen des Hydrologiegutachtens (IF 2001a) ist aufgrund des hohen Versiegelungsgrades bei der variantenunabhängigen Betriebsfläche eine starke Verringerung der Grundwasserneubildung zu erwarten, ein lokales Absinken des Grundwasserspiegels ist daher möglich. Der Umfang möglicher Absenkungen oder Änderungen der Strömungsrichtungen sind derzeit nicht abschätzbar. Durch geeignete Maßnahmen lassen sich mögliche Beeinträchtigungen minimieren (vgl. Teil C.6.3).

Bezüglich der Beeinträchtigungen der Grundwasserdynamik durch Hemmung, Stau, Umleitung oder Anschnitt können bei Bauwerksgründungen in den gesättigten Bereich Querschnittsverkleinerungen des Grundwasserleiters z.B. durch Bauwerke in Abhängigkeit von

Fließgeschwindigkeiten, Temperaturen etc. zu einem oberstromigen Aufstau des Grundwassers und zu Änderungen der Fließrichtung führen.

Der Tausch von Bodenmaterial bei Baumaßnahmen kann zu Veränderungen der Grundwasserfließverhältnisse führen. Grobkörniges Material erhöht den k_f -Wert, feinkörniges senkt ihn.

Da weder durch den Bau noch die Anlage einer Start- bzw. Landebahn direkt in den Grundwasserkörper eingegriffen wird, ist mit den genannten Beeinträchtigungen der Grundwasserdynamik bei keiner der geplanten Varianten zu rechnen. Da mit den jeweiligen Varianten aber weitergehende Baumaßnahmen oder Anpassungen notwendig werden (Gebäude, Verkehrsinfrastruktur etc.) sind Beeinträchtigungen des Grundwassers dennoch nicht auszuschließen. Diese möglichen Beeinträchtigungen werden nachfolgend beschrieben.

Bei Realisierung der Variante Nordwest sind zwei Tunnel vorgesehen. So soll der Flughafenring im Kreuzungsbereich mit dem Rollweg abgesenkt werden. Die Lage der Sohle bei 92,5 m NN hat zur Folge, dass das Grundwasser wahrscheinlich nicht angeschnitten wird, da die maximale Höhe bei 92 m NN liegt. Ein geringfügiger Anschnitt kann nicht vollständig ausgeschlossen werden, wahrscheinlich wären nur weniger als 10% des Aquifer-Querschnittes betroffen.

Ein weiterer Tunnel ist für die Unterquerung der Okrifteler Straße (K 823) unter der Landebahnfläche vorgesehen. Voraussichtlich wird der Tunnel das Grundwasser in einer Dimension von etwa 1m anschneiden. Auf die Gesamtmächtigkeit des Aquifers bezogen sind das weniger als 10%.

Bei Realisierung der Variante Nordost sollen mehrere Straßen in Tunnellage gebracht oder tiefergelegt werden:

- Neubau eines Straßentunnels der Schwanheimer Bahnstraße in der Mitte der geplanten Bahnvariante
- Neubau eines Bahntunnels entlang der bestehenden Trasse zwischen der Kreuzung mit der Autobahn BAB 5 Kelsterbach auf einer Länge von ca. 1700m
- Neubau einer z.T. in Einschnitt verlaufenden Trasse des schienengebundenen Nahverkehrs südlich der Flugbetriebsschutzzone zwischen Unterschweinstiege und der Autobahn BAB 5

Bis auf den Neubau des Bahntunnels reicht die Tiefe der Bauwerke bis max. 10m unter GOK. Bei Grundwasserständen von max. 13 m unter GOK wird demnach das Grundwasser nicht erreicht. So bleibt auch die Forderung für Bauwerke innerhalb der Zone III A in Wasserschutzgebieten erfüllt, dass die Gründungssohle nicht tiefer als 2 m über dem maximalen Grundwasserstand liegen darf.

Im Falle des Bahntunnels ist von einer Sohlentiefe von 14 m unter Gelände auszugehen. Somit wird das Grundwasser um etwa 1 m angeschnitten. Die genannte Forderung für Bauwerke innerhalb der Zone III A in Wasserschutzgebieten, dass die Gründungssohle nicht tiefer als 2 m über dem maximalen Grundwasserstand liegen darf, wird in diesem Falle nicht erfüllt.

Bei Realisierung der Süd-Variante sind zwei Tunnelbauwerke vorgesehen:

- Im Kreuzungsbereich mit den Luftverkehrsflächen wird die Okrifteler Straße in Tunnellage gebracht. Die Bauwerkslänge beträgt ca. 1000 m. Da im Nahbereich des geplanten Bauwerkes keine Messstellen vorhanden sind, können derzeit keine Aussagen getroffen werden. Falls eine hydraulisch wirksame Schicht vorhanden wäre, würde durch das Tunnelbauwerk der oberflächennahe Grundwasserleiter fast über die gesamte Tunnellänge nahezu vollständig abgeriegelt. Der Tunnel verläuft beinahe quer zur Grundwasserfließrichtung. Dieser potenzielle Eingriff könnte Änderungen in der Grundwasserhöhe und Beeinträchtigungen grundwasserstandsabhängiger Vegetationsbestände im maximalen Einflussbereich von ca. 600 m nach sich ziehen. Das NSG Mönchbruch wäre nicht betroffen.
- Auch ein zweiter Tunnel im Nordosten der Variante würde etwa 5 m ins Grundwasser hineinreichen. Umlenkeffekte und ein gewisser Aufstau sind wahrscheinlich. Da der Tunnel etwa in einem Winkel von 45 Grad zur Grundwasserfließrichtung liegt, beschränken sich die Stau- und Umlenkeffekte auf den Nahbereich des Tunnels (IF 2001a).

Für die variantenunabhängige Betriebsfläche ergeben sich Gefahrenpotenziale durch das Einbinden von Gebäuden in das Grundwasser. Aufgrund des mit 4 – 6 m geringen Grundwasserflurabstandes sowie der wahrscheinlichen Existenz eines oberflächennahen Grundwasserleiters zumindest im westlichen Bereich der variantenunabhängigen Betriebsfläche sind bei Gründungen der zwei- bis dreigeschossigen Ausbauten mit einer Tiefe von bis zu 10 m unter Gelände lokale Stau- und Barriereeffekte zu erwarten, die sich mittels entsprechender Maßnahmen deutlich minimieren lassen.

6.2.2.3 Bewertung der Auswirkungen

Eine projektbedingte Änderung des Grundwasserspiegels wird für keine der geplanten Varianten solche Ausmaße annehmen, dass Gefährdungen für die Umwelt resultieren. Die Auswirkung wird unter Berücksichtigung der generell sehr hohen Grundwasserergiebigkeit des Gebietes der Kategorie D zugeordnet. Für die variantenunabhängigen Betriebsflächen werden lokal deutliche Verringerungen der Grundwasserneubildung erwartet, die sich allerdings durch geeignete Versickerungsmaßnahmen minimieren lassen. Die Auswirkungen durch Realisierung der variantenunabhängigen Betriebs- und Einrichtungsflächen kann keiner Wertstufe zugeordnet werden, da sowohl vom Bestand als auch von möglichen Auswirkungen Kenntnislücken vorhanden sind.

6.2.3 Beanspruchung von Gebieten für Grundwasserschutz und -sicherung

6.2.3.1 Methode der Auswirkungsprognose und -bewertung

Im Regionalplan Südhessen sowie im Bewirtschaftungsplan Hessisches Ried sind große Bereiche ausgewiesen, die dem Schutz und der Sicherung bestehender Grundwasservorkommen dienen. Da im Untersuchungsraum ergiebige Grundwasservorräte vorhanden sind und diese auch einer intensiven Nutzung unterliegen, erfüllen die ausgewiesenen Schutzbereiche wichtige Funktionen. Die im Grundwasserbewirtschaftungsplan Hessisches Ried genannten grundwasserabhängigen Waldflächen mit wurzelerreichbarem Grundwasser gelten als Tabuflächen (RP DARMSTADT 1999 b/c) aufgrund ihrer Bedeutung für das Grundwasser

in Verbindung mit ihrer Lage in Gebieten mit geringen Flurabständen. Die Prognose der Auswirkungen erfolgt über eine qualitative Betrachtung. Aufgrund unterschiedlicher Darstellungsmaßstäbe und Abgrenzungen erfolgt keine quantitative Flächenbilanzierung (vgl. Tab. C - 159)

Im Regionalplan Südhessen (RP DARMSTADT 2000d) sind um den Flughafen Frankfurt Main großflächig „Bereiche für die Grundwassersicherung“ ausgewiesen. In einer Verschneidung mit den versiegelten Flächen, den Freiflächen im Start- und Landebahnbereich, den Zusammenhangsmaßnahmen und den variantenunabhängigen Erweiterungsflächen wird die Flächeninanspruchnahme dieser Bereiche bilanziert.

Tab. C - 159: Bewertungsrahmen für die Inanspruchnahme von Flächen mit Funktionen für Grundwasserschutz und -sicherung

Wertstufe	Bezeichnung	Kriteriumsausprägung	Erläuterung
A	Bereich starker Umweltauswirkungen	--	--
B	Bereich deutlicher Umweltauswirkungen	Inanspruchnahme von Waldflächen, die als Tabuflächen zum Schutz von Grundwasservorkommen bezeichnet sind (nach RP DARMSTADT 1999b/c) Inanspruchnahme von „Bereichen für die Grundwassersicherung“ nach Regionalplan Südhessen	Diese Waldflächen dienen in sensiblen Gebieten mit geringen Grundwasserflurabständen zur Stabilisierung der bestehenden Grundwasserverhältnisse. Diese Bereiche dienen dem Schutz besonders ergiebiger und empfindlicher Grundwasservorkommen.
C	Bereich mäßiger Umweltauswirkungen	--	--
R E L E V A N Z S C H W E L L E			
D	Bereich unerheblicher Umweltauswirkungen	Inanspruchnahme sonstiger grundwasserbeeinflusster Waldflächen	Waldflächen erfüllen Schutz-, Reinigungs- und Speicherfunktionen für Grundwasservorkommen

6.2.3.2 Prognose der Auswirkungen

Die als Tabuflächen geltenden grundwasserabhängigen Waldflächen befinden sich im südlichen Bereich der Startbahn 18 West sowie westlich von Mörfelden. Die Varianten Nordwest und Nordost beanspruchen keine der genannten Flächen. Von den westlichen Bereichen der Variante Süd werden Teile dieser als Tabuflächen ausgewiesenen Waldflächen beansprucht. Eine flächenmäßige Bilanzierung ist aufgrund unterschiedlicher Darstellungsmaßstäbe und Abgrenzungen nicht möglich. Von allen Varianten werden Flächen beansprucht, die im Regi-

onalplan Südhessen als „Bereiche für die Grundwassersicherung“ ausgewiesen sind (RP DARMSTADT 2000d) (vgl. Tab. C - 160) in einer Größenordnung von 309 ha bei Variante Nordwest, von 376 ha bei Variante Nordost und 363 ha bei Variante Süd. Die Inanspruchnahme dieser Flächen ist verbunden mit einem Verlust der Wälder und ihrer Schutzfunktion für das Grundwasser als Speicher und Filter.

6.2.3.3 Bewertung der Auswirkungen

Da die Waldflächen im Grundwasserbewirtschaftungsplan Hessisches Ried als Tabuflächen (ohne Rechtsstatus) bezeichnet sind, wird der Inanspruchnahme der genannten Waldflächen die Wertstufe B zugewiesen.

Ebenso wird die Inanspruchnahme der im Regionalplan Südhessen (RP DARMSTADT 2000d) ausgewiesenen „Bereiche für die Grundwassersicherung“ der Wertstufe B zugeordnet. Die Varianten beanspruchen unterschiedliche Flächengrößen. Die Variante Nordwest hat dabei die geringsten Flächeninanspruchnahmen zur Folge. In der folgenden Tab. C - 160 sind die bilanzierten Flächeninanspruchnahmen dieser Bereiche dargestellt.

Tab. C - 160: Inanspruchnahmen von „Bereichen für die Grundwassersicherung“ (Nach Regionalplan Südhessen, RP DARMSTADT 2000d) (in ha)

	Variante Nordwest	Variante Nordost	Variante Süd
Inanspruchnahme von „Bereichen für die Grundwassersicherung“	309	376	363

6.2.4 Beanspruchung von Trinkwasserschutzgebieten sowie Beeinträchtigungen von Grundwassernutzungen

6.2.4.1 Methode der Auswirkungsprognose und -bewertung

Die Beeinträchtigung des genutzten Grundwassers wird durch eine Verschneidung der unterschiedlichen Schutzzonen der vorhandenen Trinkwasserschutzgebiete mit den versiegelten sowie den im Planungsfall zu rodenden Flächen ermittelt. Weitere Beeinträchtigungskategorien, wie z.B. Holzeinschlag oder Flächen für die Hindernisfreiheit werden hier nicht berücksichtigt, da von diesen keine Beeinträchtigungen der Grundwassernutzung ausgehen und diese auch nicht den Trinkwasserschutzgebietsverordnungen widersprechen. Die Beeinträchtigung von Grundwassernutzungen wird auf der Grundlage des Fachgutachtens G 15 Geologie / Hydrogeologie (IF 2001a) gutachterlich abgeschätzt.

In der folgenden Tab. C - 161 sind die Grundlagen der Bewertung für die Beeinträchtigungen von Grundwassernutzungen sowie die jeweiligen Wertstufen dargestellt. Wie in der Tabelle erläutert, wird eine Beanspruchung von Fassungsbereichen und der engeren Schutzzone von Trinkwasserschutzgebieten (Zone I und II) aufgrund des Verbotes baulicher Anlagen nach § 29 HWG in Wertstufe A eingestuft. Die weiteren Zonen werden abgestuft entsprechend der bestehenden Auflagen in die Wertstufen B und C eingeordnet.

Tab. C - 161: Bewertungsrahmen für die Beanspruchung von Trinkwasserschutzgebieten sowie die Beeinträchtigungen von Grundwassernutzungen

Wertstufe	Bezeichnung	Kriteriumsausprägung	Erläuterung
A	Bereich starker Umweltauswirkungen	Inanspruchnahme von Fassungsbereichen und engeren Schutzzonen von Trinkwasserschutzgebieten (Zone I und II) Erhebliche und nachhaltige Beeinträchtigung der Grundwasserqualität mit der Folge von Fassungsstilllegungen.	Wasserschutzgebiete unterliegen einem strengen Schutz nach § 29 HWG, u.a. ist verboten, Gebäude oder sonst. bauliche Anlagen (incl. Verkehrsanlagen) zu errichten oder zu verändern.
B	Bereich deutlicher Umweltauswirkungen	Inanspruchnahmen engerer Schutzzonen (innerer Bereich, Zone III A) von Trinkwasserschutzgebieten Temporäre Beeinträchtigungen der Grundwasserqualität durch direkte oder diffuse Stoffeinträge	Verbot von Bohrungen, Erdaufschlüssen und sonstiger Bodeneingriffe mit wesentlicher Minderung der Grundwasserüberdeckung. Verbot der Versickerung von Abwasser sowie des von befestigten Flächen gesammelten Niederschlagswassers. Verbot sämtlichen Umgangs mit wassergefährdenden Stoffen sowie deren Beförderung in Rohrleitungen innerhalb und außerhalb von Werksgelände.
C	Bereich mäßiger Umweltauswirkungen	Inanspruchnahmen weiterer Schutzzonen (äußerer Bereich, Zonen III B) von Trinkwasserschutzgebieten	Verbot der Versickerung von Abwasser sowie des von befestigten Flächen gesammelten Niederschlagswassers. Verbot des Umgangs mit wassergefährdenden Stoffen und deren Beförderung außerhalb von Werksgelände.
R E L E V A N Z S S S C H W E L L E			
D	Bereich unerheblicher Umweltauswirkungen	--	--

6.2.4.2 Prognose der Auswirkungen

Die versiegelten Flächen der Varianten Nordwest und Süd liegen vollständig außerhalb von Trinkwasserschutzgebieten, Grundwassernutzungen sind direkt nicht betroffen. Flächeninanspruchnahmen von Trinkwasserschutzgebieten ergeben sich hier nur aufgrund der Zusammenhangsmaßnahmen im Bereich des geplanten neuen Busbahnhofs. Die Variante Nordost befindet sich vollständig innerhalb eines Trinkwasserschutzgebietes. Beeinträchtigungen ergeben sich aus den Rodungen für die freizuhaltenen Flächen. Die Bereiche, in denen aufgrund der Anforderungen an die Hindernisfreiheit Wald einzuschlagen/umzubauen ist bzw. langfristig die Baumhöhen zu regulieren sind, werden hier nicht mit bilanziert, da

diese Maßnahmen im Wesentlichen einer forstwirtschaftlichen Nutzung gleichkommen, die auch in den Trinkwasserschutzgebieten keiner Einschränkung unterliegt bzw. den Schutzgebietsverordnungen nicht widersprechen. In der Tab. C - 162 werden die Flächeninanspruchnahmen der verschiedenen Schutzzonen vorhandenen Trinkwasserschutzgebiete, die weitestgehend mit Waldrodungen verbunden sind, durch die Varianten und die jeweiligen Zusammenhangsmaßnahmen zusammenfassend dargestellt.

Tab. C - 162: Prognoseergebnis für die Beanspruchung von Trinkwasserschutzgebieten sowie die Beeinträchtigungen von Grundwassernutzungen (in ha)

Schutzzone	Variante Nordwest	Variante Nordost	Variante Süd
(Schutzzonen I und II)*	--	52 2**	--
(Schutzzone III A)	--	225 17**	--
(Schutzzone III B)	-- 2**	-- 2**	-- 2**

* Die Schutzzone I wird bei keiner der Varianten direkt beansprucht

** Flächeninanspruchnahmen aufgrund der Zusammenhangsmaßnahmen

Aus der Tabelle wird deutlich, dass alle Varianten Flächen von Trinkwasserschutzgebieten beanspruchen, wobei sowohl die Art der Beanspruchung als auch die Größenordnung variiert. Die Flächen, die für die Zusammenhangsmaßnahmen beansprucht werden, sind im Wesentlichen dauerhaft versiegelt, da es sich um Verkehrsanpassungen handelt.

Bei der Variante Nordwest werden durch die Zusammenhangsmaßnahmen etwa 2 ha der Schutzzone III B eines Trinkwasserschutzgebietes beansprucht. Durch die geplante Variante Nordost werden im Rahmen der freizuhaltenden Flächen mit späterer Grasansaat ca. 52 ha Waldflächen innerhalb der Schutzzone II der TWG Hinkelstein und der TWG Schwanheim und Goldstein gerodet, wobei die TWG Schwanheim und Goldstein nur sehr geringfügig betroffen sind. Ca. 2 ha werden durch die Zusammenhangsmaßnahmen beansprucht. Wesentlich größere Beanspruchungen erfolgen in der gemeinsamen Schutzzone III A der genannten Trinkwassergewinnungsanlagen. Durch die freizuhaltenden Flächen sowie die zusätzlichen Holzeinschlagsflächen sind insgesamt 225 ha der Trinkwasserschutzzone III A betroffen. Durch die Zusammenhangsmaßnahmen sind weitere 17 ha der Zone III A betroffen. Von der Zone III B beanspruchen die Zusammenhangsmaßnahmen zusätzliche 2 ha. Die Variante Süd beansprucht für die Zusammenhangsmaßnahmen 2 ha in der Schutzzone III B.

Nachfolgend werden die von den einzelnen Varianten ausgehenden indirekten Wirkungen auf die Grundwassernutzungen erläutert:

Eine Beeinflussung des Wasserwerkes Hattersheim durch die Variante Nordwest ist nicht zu erwarten, da der Grundwasserzustrom aus dem Bereich dieser Variante in Relation zum Hauptzustrom aus Nordwest sowie zum Uferfiltrat nur untergeordnet ist. Hinzu kommen die sehr langsamen Fließzeiten mit der Möglichkeit des Stoffabbaus in der gesättigten Zone. Des Weiteren führt das im Normalbetrieb eingesetzte Stoffpotential nicht zu einer Konkretisierung der theoretischen potenziellen Grundwassergefährdung und zu keinen Qualitätseinbu-

ßen sowohl der Firma InfraServ als auch im Wasserwerk Hattersheim. Rodungsbedingte Änderungen des Grundwasserspiegels werden von natürlichen, niederschlagsabhängigen Schwankungen überlagert und wirken sich quantifizierbar weder auf die Trinkwassergewinnungsanlage Hattersheim noch auf laufende Sanierungsmaßnahmen (Caltex, LCKW, Nitrat) aus.

Die Variante Nordost liegt vollständig innerhalb eines Wasserschutzgebiets, wobei direkt die Zone III A betroffen ist, ein kleiner Teil des Rollweges befindet sich in der Schutzzone II. Nach Abschluss der Nitratsanierung (ca. 15 Jahre) kommt es zu einer Fließrichtungsumkehr in den natürlichen Zustand, so dass längerfristig mit einem höheren Gefährdungspotenzial gerechnet werden kann. Bei Realisierung dieser Variante sind potenzielle Beeinträchtigungen der Trinkwasserversorgungseinrichtungen der Mainova AG nicht auszuschließen, wobei besonders die Brunnen der Wasserwerke Hinkelstein und Schwanheim betroffen wären, da diese in relativer Nähe zur Rollbahn liegen. Eine Beeinträchtigung laufender Grundwasseranierungen durch diese Variante besteht nicht (IF 2001a). Im Fall des geplanten Bahntunnels mit einer Sohlentiefe von 14 m unter Gelände wird das Grundwasser voraussichtlich um einen Meter angeschnitten. Die Forderung für Bauwerke innerhalb der Schutzzone III A in Wasserschutzgebieten, dass die Gründungssohle nicht tiefer als 2 m über dem maximalen Grundwasserstand liegen darf, wird in diesem Fall nicht erfüllt.

Bei Realisierung der Variante Süd sind wasserwirtschaftliche Nutzungen direkt weder qualitativ noch quantitativ gefährdet. Es besteht jedoch aufgrund der eingesetzten Stoffgruppen ein Gefährdungspotenzial. Unter Berücksichtigung der vorgeschlagenen Vermeidungs- und Minimierungsmaßnahmen gehen von dieser Variante keine Gefährdungen des genutzten Grundwassers aus.

Aufgrund der geplanten Nutzungen der variantenunabhängigen Betriebsflächen ist ein erweitertes Stoffspektrum zu erwarten (z.B. Öle, Treibstoffe, Säuren, Laugen, Farben, Abwässer etc.). Da sämtliche Nutzungen mit diesen Stoffen auf versiegelten Flächen stattfinden, ist bei ordnungsgemäßem Umgang mit diesen Stoffgruppen keine signifikante Gefährdungserhöhung zu erwarten. Aufgrund der bereits vorhandenen Vorbelastungen der Flächen (vgl. Teil C.6.1.2.4), insbesondere im östlichen Teilbereich ist durch die Bauarbeiten ein Gefährdungspotenzial gegeben, dass u.U. temporäre Wasserhaltungen nach sich ziehen kann. Eine Gefährdung oder Beeinträchtigung der Fraport-Trinkwassergewinnungsanlage ist aufgrund des relativ großen Abstandes zu Altlastenverdachtsflächen nicht zu befürchten. Des Weiteren ist zu beachten, dass in Teilflächen sowie im Bereich der Tunneltrasse Grundwasser mit Nitrat und/oder Kohlenwasserstoffen belastet ist oder sein kann. Bei Wasserhaltungen kann demnach belastetes Wasser anfallen, das entsprechend zu behandeln bzw. zu reinigen ist.

Weitere Grundwassernutzungen sind unter Beachtung der vorgeschlagenen Maßnahmen zur Vermeidung und Verminderung nicht betroffen.

6.2.4.3 Bewertung der Auswirkungen

In der Tab. C - 163 sind die Betroffenheiten in der jeweiligen Schutzzonen sowie die sich daraus ableitenden Wertstufen dargestellt. Es wird deutlich, dass die Varianten Nordwest und Süd mit einer Betroffenheit von je 2 ha in der Schutzzone III B am besten abschneiden, während die Variante Nordost mit Betroffenheiten von 54 ha in der Schutzzone II und 242 ha in der Schutzzone III A am schlechtesten abschneidet. Diese Flächeninanspruchnahmen innerhalb von Trinkwasserschutzgebieten müssen sich jedoch nicht unmittelbar auf die Nutzungen (Qualität und Menge des geförderten Wassers) auswirken, grundsätzlich kann eine potenzielle Gefährdung aber nicht ausgeschlossen werden.

Tab. C - 163: Bewertungsergebnis für die Beanspruchung von Trinkwasserschutzgebieten sowie die Beeinträchtigungen von Grundwassernutzungen (in ha)

Wertstufe	Variante Nordwest	Variante Nordost	Variante Süd
A	--	54	--
B	--	242	--
C	2	2	2

Betrachtet man die indirekt durch das Vorhaben verursachten Wirkungen auf die Trinkwassernutzungen, so gehen von der Variante Süd und der Variante Nordwest keine direkten Gefährdungspotenziale aus, die laufende Sanierungsmaßnahmen oder die Grundwassernutzungen dauerhaft gefährden, eine grundsätzliche potenzielle Gefährdung von Nutzungen kann aber beim derzeitigen Kenntnisstand nicht vollständig ausgeschlossen werden. Von der Variante Nordost lassen sich potenzielle Gefährdungen der nahegelegenen Trinkwassergewinnungsanlagen der Mainova AG nicht ausschließen. Diese Auswirkungen werden, da sie nicht exakt prognostiziert werden können keiner Wertstufe zugewiesen. Ebenso wird durch den für die Variante Nordost zu errichtenden Bahntunnel innerhalb der Schutzzone III A in das Grundwasser eingegriffen, was der Schutzgebietsverordnung entgegensteht.

6.2.5 Beeinträchtigung des Grundwassers durch Schadstoffeinträge

6.2.5.1 Methode der Auswirkungsprognose und -bewertung

Beim Betrieb einer Startbahn bzw. Start- und Landebahn werden unterschiedliche wassergefährdende Stoffe eingesetzt, wobei das Stoffspektrum bei der Nutzung als Start- und Landebahn umfangreicher ist als bei einer reinen Startbahn, da neben Düngemitteln, Pflanzenschutzmitteln, Betriebsflächenenteisern etc. zusätzlich Betankungsmittel und Flugzeugenteisungsmittel Verwendung finden. Des Weiteren sind diffuse Schadstoffeinträge in das Grundwasser aufgrund von möglichen Zunahmen der Schadstoffimmission bzw. -deposition über den Boden zu betrachten.

Unter Berücksichtigung der Grundwasserflurabstände, der Ausbildung der Deckschichten, sowie des eingesetzten Stoffpotenzials, das sich bei einer Nutzung als Landebahn von der Nutzung als Start- und Landebahn deutlich unterscheidet (z.B. Enteisungsmittel, Kraftstoffe etc.), werden unterschiedliche Risikopotenziale entwickelt und beschrieben. Auf einen Bewertungsrahmen wird verzichtet, da sich die Ausprägungen der Bewertungskriterien nicht in einem festen Schema beschreiben lassen. Die Bewertung wird verbalargumentativ vorgenommen. Ausführliche Angaben finden sich im Fachgutachten G 15 Hydrologie / Hydrogeologie (IF 2001a).

6.2.5.2 Prognose der Auswirkungen

Bezüglich der Versauerung des Grundwassers aufgrund von Einträgen aus dem Boden wird unter Zugrundelegung der Erfahrungen aus der Startbahn 18 West keine flugbetriebsspezifische Beeinflussung des Bodens auf das Grundwasser erwartet (vgl. Teil C.5. Boden). Gemäß der exemplarisch für die Variante Nordwest durchgeführten Depositionsabschätzung (IBJ 2001b) ist eine nennenswerte Erhöhung der Stickstoffdeposition durch den Flugverkehr außerhalb des Landebahnbereichs der Nordwestvariante nicht zu erwarten. Großflächige und erhebliche Stickstoffeinträge in das Grundwasser können somit ausgeschlossen werden.

Aufgrund der z.T. sehr geringen Deckschichten und der guten Durchlässigkeit gehen von den einzelnen Varianten unterschiedliche Gefährdungspotenziale des Schadstoffeintrags in das Grundwasser aus. Die Grundwasserflurabstände sind in der Anlage C.6/7.1 dargestellt.

Die folgende Abschätzung der Gefährdungsrisiken geht von den eingesetzten Stoffgruppen beim Betrieb der Landebahnen bzw. der Start- und Landebahn aus (vgl. Teil C.6.1.2.4), diffuse Einträge werden hier nicht berücksichtigt, da die Erfahrungen beim Bau und Betrieb der Startbahn 18 West gezeigt haben, dass über diesen Eintragspfad keine vorhabensbedingten Beeinträchtigungen ausgehen (IF 2001a).

Bei der Variante Nordwest ist die potenzielle Gefährdung im östlichen Bahnteil als mittel bis niedrig und im westlichen Bahnteil aufgrund geringerer Flurabstände als mittel bis hoch bewertet (IF 2001a). Grund für diese Differenzierung ist der stark reduzierte Flurabstand im Westteil der Bahn aufgrund der Topographie (Auskeilen einer Terrasse). Unter Berücksichtigung des verwendeten Stoffspektrums wird der Variante Nordwest eine mittlere potenzielle Grundwassergefährdung zugeschrieben.

Der Variante Nordost wird unter Berücksichtigung der Flurabstände, der Deckschichten und laufender Sanierungsmaßnahmen insgesamt langfristig ein hohes Gefährdungspotenzial zugeschrieben (IF 2001a).

Bei der Variante Süd sind sehr geringe Grundwasserflurabstände vorherrschend, das Sorptionsvermögen der Deckschichten ist gering. Unter Berücksichtigung des eingesetzten Stoffpotenzials einer Start- und Landebahn, der Ausbildung der Deckschichten, des Flurabstandes wird der Variante Süd ein hohes Risikopotenzial eingeräumt (IF 2001a).

Die variantenunabhängigen Betriebsflächen weisen, trotz des erweiterten eingesetzten Stoffspektrums eine niedrige Grundwassergefährdung auf, da diese Flächen nahezu vollständig

versiegelt sind. Aufgrund der bereits vorhandenen Vorbelastungen der Flächen mit Nitrat und/oder Kohlenwasserstoffen (vgl. Kap Teil C.6.1.2.4), kann bei baubedingten Wasserhaltungen demnach belastetes Wasser anfallen, das entsprechend zu behandeln bzw. zu reinigen ist.

6.2.5.3 Bewertung der Auswirkungen

Von der Variante Nordwest geht ein mittleres Gefährdungspotenzial aus, von den beiden anderen Variante ein hohes, wobei die Variante Süd aufgrund ihrer Nutzung als Start- und Landebahn mit einem erhöhten eingesetzten Stoffspektrum noch mit einem Zuschlag gegenüber der Variante Nordost belegt wird. Da es sich bei den Risikoabschätzungen um potenzielle Gefährdungen handelt, die sich zum jetzigen Zeitpunkt nicht quantifizieren lassen, wird auf eine Einstufung nach Wertstufen verzichtet. Dennoch wird deutlich, dass die Variante Nordwest gegenüber den anderen günstiger abschneidet. Die Variante Süd ist aufgrund ihrer Nutzung als Start- und Landebahn mit anderen eingesetzten Stoffspektren sowie der sehr geringen Flurabstände mit einem Zuschlag in der Bewertung versehen (IF 2001a), so dass sie als schlechteste Variante abschneidet.

6.2.6 Konfliktschwerpunkte und Variantenvergleich

Abschließend werden die entscheidungserheblichen Konfliktschwerpunkte für den Aspekt Grundwasser tabellarisch zusammengefasst und daraus wird eine Gesamtreihung der Varianten gebildet.

Tab. C - 164: Variantenvergleich für das Schutzgut Wasser - Grundwasser und genutztes Grundwasser

	Variante Nordwest	Variante Nordost	Variante Süd
Beeinträchtigung von Grundwassernutzungen durch Inanspruchnahmen von Trinkwasserschutzgebieten (in ha)			
Wertstufe A	--	54	--
Wertstufe B	3	242	--
Wertstufe C	2	2	2
Rangfolge	1	3	1
Beeinträchtigung von Grundwassernutzungen durch Baumaßnahmen in Trinkwasserschutzgebieten (in ha)			
Wertstufe A	--	Gründungssohle für Bauwerk < 2m über max. Grundwasserstand in Schutzzone III A	--
Wertstufe B	--	--	--
Wertstufe C	--	--	--
Rangfolge	1	3	1

	Variante Nordwest	Variante Nordost	Variante Süd
Beanspruchung von Gebieten für Grundwasserschutz und -sicherung			
Wertstufe A	--	--	--
Wertstufe B	Beanspruchung von 309 ha „Bereichen für die Grundwassersicherung“	Beanspruchung von 376 ha „Bereichen für die Grundwassersicherung“	Beanspruchung von 363 ha „Bereichen für die Grundwassersicherung“ Als Tabuflächen ausgewiesene Waldflächen werden beansprucht
Wertstufe C	--	--	--
Rangfolge	1	2	3
Beeinträchtigung von Grundwasservorkommen durch Schadstoffeinträge			
ohne Einstufung	mittleres Gefährdungspotenzial gegenüber Schadstoffeinträgen in das Grundwasser	hohes Gefährdungspotenzial gegenüber Schadstoffeinträgen in das Grundwasser (hohe Empfindlichkeit)	hohes Gefährdungspotenzial gegenüber Schadstoffeinträgen in das Grundwasser (geringe Flurabstände, Nutzung als Start- und Landebahn)
Rangfolge	1	2	3
Beeinträchtigung der Grundwasserdynamik und -fließrichtung durch Hemmung, Umleitung, Stau, An-schnitt			
Wertstufe A	--	--	--
Wertstufe B	--	--	--
Wertstufe C	--	--	Lokale Stau- und Um-lenkeffekte durch zwei Tunnelbauwerke möglich
Rangfolge	1	1	3
Gesamtrangfolge* für das Schutzgut Grund-wasser	1	2	3

* Die Gesamtrangfolge ergibt sich durch eine gewichtete Aggregation der Einzelrangfolgen. Die Gewichtung ist in Verbindung mit der Ausweisung von Konfliktschwerpunkten im nachfolgenden Text erläutert. Eine simple Addition der Einzelrangfolgen zu einer Gesamtrangfolge ist nicht zulässig.

Aus der obigen Tab. C - 164 wird deutlich, dass sich die Variante Nordwest aus Sicht des Grundwassers als die günstigste darstellt. Von ihr gehen die geringsten Flächeninanspruchnahmen innerhalb von Trinkwasserschutzgebieten aus, wobei mit den Flächeninanspruchnahmen nicht unmittelbar eine Nutzungsbeeinträchtigung einhergehen muss. Auch bei potenziellen Schadstoffeinträgen in das Grundwasser hebt sich die Variante Nordwest von den anderen Varianten ab. Die Südvariante schneidet insbesondere bei den grundwasserbeeinflussten Waldflächen mit Tabuflächen-Status (RP DARMSTADT 1999b/c) schlechter ab, auch weist sie gegenüber den anderen Varianten ein erhöhtes Gefährdungspotenzial gegenüber Schadstoffeinträgen auf, da aufgrund ihrer Nutzung als Start- und Landebahn ein umfangreicheres Stoffspektrum eingesetzt wird. Bei der Inanspruchnahme von „Bereichen

für die Grundwassersicherung“ stellt sich die Variante Nordwest deutlich besser dar, als die Varianten Nordost und Süd.

Als Konfliktschwerpunkte gelten die Gefährdungspotenziale gegenüber Schadstoffeinträgen in das Grundwasser bei den Varianten Nordost und Süd, da sich Beeinträchtigungen des Grundwassers nicht ausschließen lassen, ebenso stellt die Inanspruchnahme von Flächen mit Funktionen für Grundwasserschutz und -sicherung einen Konfliktschwerpunkt dar, da es sich hier um relativ große Gebiete handelt, die evtl. in ihrer Funktionsausübung beeinträchtigt werden können („Tabuflächen“ nach Grundwasserbewirtschaftungsplan Hessisches Ried sowie „Bereiche für die Grundwassersicherung“ nach Regionalplan Südhessen). Auch die Flächeninanspruchnahme durch Versiegelungen und Rodungen innerhalb von Trinkwasserschutzgebieten wird als Konfliktschwerpunkt angesehen. Ein weiterer Konfliktschwerpunkt ist die „Nichteinhaltung“ von Verboten der Trinkwasserschutzgebietsverordnung. Die Forderung für Bauwerke innerhalb der Schutzzone III A in Wasserschutzgebieten, dass die Gründungssohle nicht tiefer als 2 m über dem maximalen Grundwasserstand liegen darf, wird bei der Variante Nordost nicht erfüllt. In der Tab. C - 165 sind die Konfliktschwerpunkte für das Grundwasser zusammenfassend beschrieben.

Tab. C - 165: Konfliktschwerpunkte im Schutzgut Wasser - Grundwasser

	Variante Nordwest	Variante Nordost	Variante Süd
Gefährdungspotenzial von Schadstoffeinträgen in das Grundwasser durch Einsatz von Betriebsmitteln	mittleres Gefährdungspotenzial gegenüber Schadstoffeinträgen	Hohes Gefährdungspotenzial gegenüber Schadstoffeinträgen	Hohes Gefährdungspotenzial gegenüber Schadstoffeinträgen
Beanspruchung von Gebieten für Grundwasserschutz und -sicherung	Beanspruchung von „Bereichen für die Grundwassersicherung“ (insg. 309 ha)	Beanspruchung von „Bereichen für die Grundwassersicherung“ (insg. 376 ha)	Beanspruchung von „Bereichen für die Grundwassersicherung“ (insg. 363 ha) Als Tabuflächen ausgewiesene Waldflächen werden beansprucht
Beeinträchtigung von Grundwassernutzungen durch Inanspruchnahmen von Trinkwasserschutzgebieten	Beanspruchung von Flächen in Wasserschutzgebieten (2 ha in Schutzzone III B)	Hohe Beanspruchung von Flächen in Wasserschutzgebieten (54 ha in Schutzzone II 242, ha in Schutzzone III A und 2 ha in Schutzzone III B)) Verbote in Zone III A werden nicht eingehalten	Beanspruchung von Flächen in Wasserschutzgebieten (2 ha in Schutzzone III B)

6.3 Vorkehrungen zur Vermeidung und Verminderung

Für das Wasser gilt gemäß § 1 a, Absatz 1 des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) folgender Grundsatz: "Die Gewässer sind als Bestandteil des Naturhaushaltes so zu bewirtschaften, dass sie dem Wohl der Allgemeinheit und im Einklang mit ihm auch dem Nutzen einzelner dienen und dass jede vermeidbare Beeinträchtigung unterbleibt."

Ergänzend ist anzuführen, dass nach § 1 a, Absatz 2 (WHG) jedermann verpflichtet ist, bei Maßnahmen, mit denen Einwirkungen auf ein Gewässer verbunden sein können, die nach den Umständen erforderliche Sorgfalt anzuwenden, um eine Verunreinigung des Wassers oder eine sonstige nachteilige Veränderung seiner Eigenschaften zu verhüten.

Das Hessische Wassergesetz bestätigt und ergänzt im § 26 diese Grundsätze.

Die nachfolgenden Aussagen zur Vermeidung und Verminderung von Beeinträchtigungen des Grundwassers werden nach bau-, anlage- und betriebsbedingten Wirkungen bzw. Vorsorgemaßnahmen gegliedert.

Vorkehrungen zur Vermeidung und Verminderung baubedingter Auswirkungen

Als Gegenmaßnahmen zur angesprochenen Grundwassergefährdung durch Nitratfreisetzung kommen in Frage:

- Sicherung, gesonderte Lagerung und Wiederandekung des Oberbodens mit möglichst rascher Begrünung und Einsaat von stickstoffzehrenden Pflanzen, in den Bereichen, in denen eine Nivellierung der Geländeoberfläche ohnehin erforderlich wird
- Rasche Versiegelung der dafür vorgesehenen Flächen – durch eine rasche Versiegelung wird die vertikale Verlagerung in das Grundwasser unterbunden. Diese Maßnahme ist allerdings nur auf die zur Versiegelung vorgesehenen Flächen beschränkt.

Um Kontaminationen des Grundwassers im Rahmen der Bauarbeiten mit wassergefährdenden Stoffen zu vermeiden, sollten Betriebsflächen (Wartungs-, Reinigungs-, Betankungsflächen, Kraftstoff- und Betriebsmittellager) auf versiegelten Flächen angelegt werden. Ein sach- und fachgerechter Umgang mit wassergefährdenden Stoffen ist nach anerkannten Regeln der Technik zu gewährleisten. Die Entwässerung dieser Flächen sollte zur öffentlichen Schmutzwasserkanalisation erfolgen. Die verwendeten Baugeräte, -maschinen und -fahrzeuge sollten dem Stand der Technik entsprechen und technisch einwandfrei gepflegt sein. Für Fahrzeuge und Baumaschinen sind geeignete Abstellflächen während der Betriebsruhe zu nutzen.

Die potenzielle Gefährdung von Grundwasservorkommen, die von einem Eintrag chemischer Substanzen (z.B. Treib- und Schmierstoffe) ausgeht, kann durch die Verwendung grundwasserträglichere Bau- und Betriebsstoffe, besondere Sicherheitsvorkehrungen, Auflagen und Kontrollen während der Bauphase, die Sammlung und Klärung anfallender Wässer und das Verbot der Lagerung grundwassergefährdender Stoffe in den jeweiligen Eingriffsbereichen deutlich reduziert werden. Grundwassergefährdungen durch Baumaßnahmen können zudem durch Herstellung wasserdichter Trogbaugruben vermieden werden, wobei durch Drainagen oder den Einbau von Entlastungsdükern evtl. Barrierewirkungen minimiert werden können.

Vorkehrungen zur Vermeidung und Verminderung betriebs- und anlagebedingter Auswirkungen

Eine Schadensprävention, d.h. die vorsorgende Vermeidung von möglichen Grundwasserbelastungen muss Vorrang vor einer nachsorgenden Sanierung haben, das bedeutet, dass bereits an der Quelle der Emissionen die Belastungen zu minimieren bzw. zu vermeiden sind, um Immissionen in das Grundwasser zu reduzieren. Das kann z. B. durch die Installation eines Entwässerungssystems nach dem aktuellen Stand der Technik unterstützt werden. Dazu werden bereits jetzt kontinuierlich sämtliche Betriebsabläufe auf dem Flughafen Frankfurt Main bezüglich der Minimierung des Stoffeinsatzes und der Substitution gefährdender Stoffe durch ungefährlichere optimiert.

Darüber hinaus sollte in Hinblick auf die Grundwassergüteüberwachung das bereits vorhandene dichte Messnetzes im Frankfurter Flughafen Frankfurt Main entsprechend ergänzt werden.

Beeinträchtigungen durch potenzielle Havarien oder Störfälle sind dadurch minimierbar, dass bei entsprechenden Ereignissen die Betriebsanweisung Not (BA – Not 2000) Anwendung findet, die ein Informations- und Sicherheitskonzept enthält und in entsprechende Arbeitsanweisungen umsetzt, so dass schnelles und effektives Eingreifen möglich ist (vgl. Teil B.5.2.11).

Anlagebedingte Stau- oder Barriereeffekte aufgrund von Bauwerksgründungen in das Grundwasser können durch Drainagen und/oder Entlastungsdüker deutlich minimiert werden.

7 Schutzgut Wasser - Oberflächengewässer

7.1 Raumanalyse

7.1.1 Abgrenzung des Untersuchungsraumes

Der Untersuchungsraum ist identisch wie beim Teilaspekt Grundwasser und genutztes Grundwasser. In der Anlage C.6/7.1 ist der Untersuchungsraum dargestellt.

7.1.2 Erfassung und Beschreibung der Ist-Situation

7.1.2.1 Methode der Erfassung und Beschreibung der Ist-Situation

Die Kriterien der Bestandserfassung sowie die verwendeten Daten- und Informationsgrundlagen für das Oberflächenwasser sowie dessen Nutzungen sind in der Tab. C - 166 zusammengefasst. Wesentliche Grundlage für die nachfolgende Beschreibung und Bewertung ist das Limnologische Gutachten G 16 (AHRENS 2001), das bislang allerdings nur als Zwischenbericht vorliegt, laufende Kartierungen sind nicht berücksichtigt.

Tab. C - 166: Erfassungskriterien sowie Daten- und Informationsgrundlagen für das Schutzgut Wasser - Oberflächengewässer

Erfassungskriterien	Relevante Daten- / Informationsgrundlagen
Oberflächenwasser: <ul style="list-style-type: none"> • Gewässerverlauf und -größe/Einzugsgebiet • Hydraulische Verhältnisse • Gewässergüteklasse • Gewässerstruktur • Überschwemmungsgebiete • Stillgewässer, Uferbereiche 	<ul style="list-style-type: none"> • Fachgutachten Geologie/Hydrogeologie (IF 2001a) • Fachgutachten Limnologie G 16 (AHRENS 2001) • Gewässergütekarten Hessen (HMUEJFG 1997) • Gewässerstrukturgütekarten (HMULF 2000b) • Zusammensetzung des Makrozoobenthos und Erhebung der Strukturgüte im renaturierten Abschnitt des Gundbachs (RP DARMSTADT 2001c) • Biotoptypenkartierung
Vorbelastungen:	<ul style="list-style-type: none"> • Fachgutachten Geologie/Hydrogeologie (IF 2001a) • Fachgutachten: Dokumentation und Bewertung von Altlasten, Altlastenverdachtsflächen, sonstigen schädlichen Bodenverunreinigungen (IF 2001b) • Fachgutachten Limnologie G 16 (AHRENS 2001)

7.1.2.2 Beschreibung der Strukturen und Funktionsausprägungen

Fließgewässer

Aufgrund der hohen Durchlässigkeit des Untergrundes ist das Gewässernetz im Untersuchungsraum relativ weitmaschig. Auch in sehr niederschlagsreichen Zeiten tritt im Frankfurter Stadtwald innerhalb des Untersuchungsraumes kein oberflächiger Abfluss auf. Es sind nur zwei nennenswerte Fließgewässer vorhanden, der Main im Nordwesten und der Hengstbach / Gundbach / Schwarzbach im Süden. Ein weiteres kleineres Fließgewässer, der Kels-

terbach, verläuft zwischen Schwanheim und Kelsterbach. Die Gewässerstruktur schwankt zwischen den Stufen "gering verändert" und "vollständig verändert".

Main

Gewässerverlauf und -größe / Einzugsgebiet

Der Main verläuft an der nordwestlichen Untersuchungsraumgrenze zwischen Kelsterbach und Raunheim und fließt in südöstliche Richtung auf den Rhein zu.

Gewässergüte und -struktur

Der Main ist sehr stark durch anthropogene Nutzungen in seinem Einzugsgebiet geprägt. Die biologische Gewässergüte des Mains ist mit der Güteklasse II – III (kritisch belastet) eingestuft (HLfU 1994), die Gewässerstrukturgüte ist den Klassen 6 bis 7 (sehr stark verändert bis vollständig verändert) zugeordnet.

Hengstbach / Gundbach / Schwarzbach

Gewässerverlauf und -größe / Einzugsgebiet

Der Hengstbach / Gundbach / Schwarzbach gehört zum Schwarzbachsystem und durchfließt den Untersuchungsraum von Nordost nach Südwest. Nördlich der L 3262 tritt er als Hengstbach in den Untersuchungsraum, fließt dann weiter als Gundbach südlich von Zeppelinheim, unterquert die BAB 5 und wird um die ehemalige US Air Base geleitet. Nördlich von Walldorf fließt er in südwestliche Richtung weiter bis zum Mönchbruch, wo er als Schwarzbach den Untersuchungsraum verlässt. Die Gewässerbreiten schwanken zwischen 2 und 5 m. Das Einzugsgebiet umfasst ca. 63 km².

Hydraulische Verhältnisse

Die Abflusssituation im Gundbach wird stark von zeitlich variablen Klärwerkseinleitungen von Buchschlag und der US Air Base / CCS beeinflusst, bei Normalwasser (ca. 300 l/s) stammt ca. 50% des Wassers aus Klärwerkseinleitungen, bei Niedrigwasser kann der Prozentwert, vor allem im oberen Bereich, bis zu 100% betragen.

Die Fließgeschwindigkeit im Gundbach ist relativ hoch (0,2 – 0,4 m/s), in den renaturierten Abschnitten mit abschnittswisen Bachbettaufweitungen ist sie etwas geringer.

Gewässergüte und -struktur

Zwei Teilabschnitte des Baches wurden in den 90er Jahren renaturiert. Ein etwa 2,2 km langer Teilabschnitt des Gundbaches, westlich von Walldorf wurden bis 1997 renaturiert, ebenso ein weiterer Abschnitt zwischen der Autobahn BAB 5 und der US Air Base, wodurch Veränderungen und Verbesserungen der Strukturgüte, z.B. durch wechselseitigen, punktuellen

Uferabtrag erkennbar sind und das Entwicklungspotenzial des Baches verbessert wurde. Die Sohlbreiten schwanken zwischen 2 und 5 m. In Einzelfällen kommt es nach erfolgter Renaturierung westlich von Walldorf zu Uferabflachungen und Profilaufweitungen, die Sohleintiefungen in diesen Abschnitten sind relativ gering, in anderen Bereichen aber auch tiefer. So konnte durch die Maßnahmen die Gewässergüte von der Klasse III bzw. III - IV (Stand 1994) auf die aktuelle Klasse II - III verbessert werden (RP DARMSTADT 1999a und 2001c). Bei den im Jahr 2000 durchgeführten Untersuchungen wurde die Güteklasse II (β -mesosaprob) ermittelt (AHRENS 2001). Es besteht dennoch eine rel. hohe Phosphatbelastung des Wassers. Ammoniumeinträge der Kläranlage der US Air Base und das Regenüberlaufbecken Walldorf belasten zusätzlich das Wasser.

Bezüglich der Gewässerstruktur weist der Gundbach noch Mängel auf, lediglich in den renaturierten Abschnitten ist die Gewässerstruktur als gering bzw. mäßig verändert einzustufen. Weite Abschnitte weisen eine stark oder sehr stark veränderte Gewässerstruktur auf. Dies belegt auch die Gewässerökologische Begleituntersuchung der DB Bau Projekt GmbH zur NBS Rhein-Main / Rhein-Neckar (vgl. Anhang 2.7). Diese Untersuchung erstreckte sich Bachabschnitte oberhalb des Flughafens sowohl westlich als auch östlich der BAB A 5. Aufgrund der dort vorhandenen z.T. bereits renaturierten, z.T. stark veränderten Strukturverhältnisse können die hierbei gewonnenen Ergebnisse auch als repräsentativ für die bachabwärts gelegenen Abschnitte gelten.

In der Anlage C.6/7.1 sind Gewässergüte und -struktur dargestellt.

Bezüglich Temperatur, Sauerstoffgehalt und pH-Wert weist der Gundbach normale Werte auf. Die Nährstofffracht des Baches ist relativ hoch, insbesondere weisen die Werte von Gesamt-Phosphor mit Werten von 0,35 bis zu 1,1 mg/l sehr hohe Konzentrationen auf.

Mit 32 Arten von aquatischen Makrozoen konnten typische Vertreter nährstoffreicher anthropogen geprägter Sandbäche nachgewiesen werden, weitere charakteristische Arten, z.B. bei den Köcherfliegen, Eintagsfliegen, Käfern und Libellen fehlen allerdings. Bei den Makrophyten wurden 23 Arten nachgewiesen, wobei die Artenzahlen von Süden nach Norden abnehmen.

Der Gundbach gehört im Untersuchungsbereich in die untere Forellenregion, wobei hinsichtlich den zu erwartenden Leitarten nur die Schmerle auftritt (FISHCALC 2000, vgl. Anhang 2.7). Weitere vorkommende Arten sind: Dreistachliger Stichling, Gründling, Hecht, Flussbarsch und Sonnenbarsch. Aufgrund der ungünstigen Gewässergüte und der mangelnden Substratdiversität sind Arten wie Bachforelle und Groppe nicht vorhanden.

Stillgewässer (Seen, Weiher, Gruben etc.)

Im Untersuchungsraum existieren keine natürlich entstandene größere Seen (IF 2001a). Es gibt aber künstlich angelegte bzw. ausgebaute Oberflächengewässer sowie durch Sand- und Kiesabbau entstandene Grundwasseraufschlüsse (vgl. Anlage C.6/7.1). Insgesamt wurden 8 im Untersuchungsraum liegende Gewässer für weitergehende limnologische Untersuchungen ausgewählt, von denen aufgrund fehlender Betretungserlaubnisse im Jahr 2000 nur vier untersucht werden konnten (Gundwiesenteich und drei Seen im Bereich der Kiesgrube Seh-

ring, Langener Waldsee, Egelsbacher Grube und die Naturschutz- bzw. Ostgrube). Weitere vier im Untersuchungsraum liegende Gewässer werden im laufenden Jahr untersucht (Walldorfer Badeseesee, Staudenweiher, Mönchwaldsee, Grube Mitteldorff-Kern). Ein im Naturschutzgebiet liegender See kann wegen fehlender Betretungserlaubnis nicht untersucht werden (Mönchbruchteich). Des weiteren existieren mehrere angelegte Amphibienteiche im Mörfelder Wald und ein Amphibienteich im Frankfurter Stadtwald ohne Grundwasseranschluss. Die Amphibienteiche sind in der Anlage C.6/7.1 dargestellt.

Für die vier, bereits 1999 untersuchten Seen liegen bereits Zwischenergebnisse vor, die nachfolgend zusammenfassend vorgestellt werden (AHRENS 2001). Der Mönchbruchweiher und der außerhalb des Untersuchungsraumes liegende Gehspitzweiher werden nicht weiter betrachtet, da Projektwirkungen für diese Gewässer aufgrund der Fließrichtung des Grundwassers nicht erwartet werden (AHRENS 2001, IF 2001a)

Gundwiesenteich

Größe und Lage

Der Gundwiesenteich ist etwa 2,2 ha groß, er befindet sich am Gundbach westlich von Walldorf. Es gibt keine natürlichen Zu- und Abflüsse, der Teich wird durch Grund- und Niederschlagswasser gespeist. Der Teich wird intensiv fischereilich genutzt, entsprechend finden sich stellenweise Trittbelastungen in den Uferbereichen.

Gewässergüte und -struktur

Die meist steilabfallenden Ufer sind teilweise mit Holz bzw. Metallstangen befestigt. Das Seebecken ist einheitlich strukturiert. Die durchschnittliche Tiefe beträgt 2,7 m, die tiefste Stelle ist etwa 4 m tief. In den Sommermonaten ist der See geschichtet, allerdings ist diese Schichtung aufgrund der geringen Tiefe und der hohen Temperaturen nicht sehr stabil. Im Sommer kommt es dennoch zu starken Sauerstoffdefiziten ab einer Tiefe von 3 bis 4 m, gleichzeitig sind im Sommer z.T. sehr hohe pH-Werte zu verzeichnen (bis 9,65), die für viele Organismen bereits lebensfeindlich sind (JENS 1980).

Die Besiedlung mit aquatischen Makrozoen ist aufgrund des hohen Fischbesatzes relativ gering, es wurden insgesamt 23 Arten nachgewiesen. Makrophyten konnten mit 20 typischen Ufer- und Wasserpflanzenarten nachgewiesen werden. Die schmalen, steilen Ufer bieten nur geringe Entwicklungsmöglichkeiten für Ufersäume.

Langener Waldsee

Größe und Lage

Der Walldorfer Landsee liegt zwischen Walldorf und Zeppelinheim östlich der Bundesstraße B 44. Er ist ca. 72 ha groß. Oberirdische Zu- und Abflüsse existieren nicht, der See wird von Grund- und Niederschlagswasser gespeist. Teilbereiche werden intensiv zur Naherholung

(Baden, Segeln, Surfen) und fischereilich genutzt. Im Westen befindet sich eine Halbinsel, wo noch Kies und Sand abgebaut werden. Im Osten werden Teile des Sees verfüllt.

Gewässergüte und -struktur

Die Ufer fallen meist steil ab, das Seebecken ist in flache und tiefe Bereiche gegliedert. Die durchschnittliche Tiefe beträgt 7,2 m, die maximale Tiefe beträgt 16,4 m. Durch den Abbau von Sanden und Kiesen und den Eintrag feinkörnigen Materials schwanken die Tiefenangaben. In den Sommermonaten ist der See deutlich geschichtet, die Sauerstoffkonzentrationen nehmen während der Sommerschichtung in größeren Tiefen (ab 8 m) bis auf Null ab. Die pH-Werte lagen nicht in kritischen Bereichen (<5,5 bzw. >9).

Bei den aquatischen Makrozoen konnten 27 Arten nachgewiesen werden, Makrophyten wurden mit 21 Arten nachgewiesen, diese sind meist nur in wenigen Exemplaren an wenigen Uferabschnitten zu finden, da die meisten Ufer steil abfallen und der See intensiv genutzt wird.

Egelsbacher Grube

Größe und Lage

Südwestlich des Langener Waldsees befindet sich die 12,3 ha große Egelsbacher Grube. Diese Grube verfügt über keine oberirdischen Zu- und Abflüsse, sie wird durch Niederschläge und Grundwasser gespeist. Der See wird fischereilich genutzt, in den Sommermonaten finden sich Badegäste ein, der Nutzungsgrad ist gering bis mäßig.

Gewässergüte und -struktur

Die Ufer fallen besonders im Westen, Süden und Osten steil ab, das Nordufer ist flacher. Die durchschnittliche Tiefe beträgt 7,2 m, die maximale Tiefe beträgt etwa 20 m im Südosten des Sees. Im Sommer weist der See eine ausgeprägte Schichtung auf, die Sauerstoffkonzentrationen fallen in tiefen Schichten bis auf Null ab. Die pH-Werte sind leicht erhöht, aber noch nicht im lebensfeindlichen Bereich.

Insgesamt wurden in der Egelsbacher Grube 37 Arten von aquatischen Makrozoen nachgewiesen, bei den Makrophyten konnten 26 Arten registriert werden.

Naturschutzgrube

Größe und Lage

Die ca. 3,6 ha große Naturschutzgrube liegt östlich des Langener Waldsees. Die Grube hat keine natürlichen Zu- und Abflüsse, sie wird durch Niederschlag und Grundwasser auch aus den angrenzenden Hangflächen gespeist.

Gewässergüte und -struktur

Die Ufer fallen meist steil ab, nur im Süden existieren flachere Bereiche. Die durchschnittliche Tiefe beträgt 4,2 m, die maximale Tiefe 9,2 m. Im Sommer ist eine deutliche Schichtung des Wassers feststellbar, die Sauerstoffkonzentrationen können an bestimmten Tagen im Sommer über dem Grund bis auf Null abfallen. Die pH-Werte erreichen keine lebensfeindlichen Werte. Mit 42 nachgewiesenen Makrozoenarten weist der See relativ hohe Artenzahlen auf. Bei den Makrophyten wurden 24 Arten nachgewiesen.

Weitere Stillgewässer im Untersuchungsraum

Aufgrund fehlender Betretungsgenehmigungen konnten die weiteren Gewässer im Jahr 1999 nicht näher untersucht werden, sie werden im laufenden Jahr untersucht, bislang liegen keine Zwischenergebnisse vor. Die zahlreichen künstlich angelegten Amphibientümpel westlich und östlich der Startbahn 18 West sind nicht mit in die limnologische Untersuchungen einbezogen worden. Demnach liegen für diese Gewässer keine limnologischen Daten vor.

7.1.2.3 Gesetzlich und gesamtplanerisch geschützte Bereiche

Im Untersuchungsraum ist im Bereich des Mains ein Überschwemmungsgebiet i.S. von § 69 HWG ausgewiesen, Retentionsräume im Sinne von Poldern etc. kommen im Untersuchungsraum nicht vor.

Nach der FLÄCHENSCHUTZKARTE HESSEN (1997) ist das Mainufer bei Kelsterbach als Überschwemmungsgebiet nach § 69 HWG ausgewiesen (vgl. Anlage C.6/7.1). Zusätzlich ist der Mönchbruch im Bereich des „Alten Torfstichs“, der „Zinswiese“ und der „Mönchbruchwiese“ als beobachtetes Überschwemmungsgebiet ausgewiesen.

Im Regionalplan Südhessen (RP DARMSTADT 2000d) sind Bereiche im Umfeld des Mains zum Schutz oberirdischer Gewässer ausgewiesen. Zusätzliche geplante Bereiche befinden sich entlang des Schwarz- bzw. Gundbaches.

Weitere Schutzgebiete bzw. fachplanerische Festsetzungen, die Oberflächengewässer betreffen existieren nicht. Naturschutzfachliche Schutzgebiete werden im Kapitel C. 4 Tiere und Pflanzen – Pflanzen und Biotope erläutert.

7.1.2.4 Vorbelastungen

Der Main ist bzgl. Gewässergüte und -struktur durch seine sehr starke anthropogene Nutzung und Beeinflussung z.T. sehr hoch vorbelastet. Angrenzende Siedlungs-, Verkehrs- und Industrieflächen haben die natürlichen Funktionen des Fließgewässers stark zurückgedrängt.

Der Gundbach weist relativ hohe Phosphat und Nitratbelastungen auf, da das Regenüberlaufbecken der ehemaligen Kläranlage Walldorf noch nicht den Regeln der Technik entspricht. Wahrscheinlich erfolgen durch die Kläranlage der US Air Base Belastungen mit Am-

monium, da die Konzentrationen unterhalb der Kläranlage sehr hoch sind, oberhalb aber deutlich geringer sind.

In der Zusammensetzung der aquatischen Benthosfauna fehlen charakteristische Taxa oder sind nur spärlich vertreten, typische Vertreter eines Flachlandbaches, z.B. Wasserkäfer oder bestimmte Familien der Köcherfliegen fehlen vollständig. Durch Verbesserung der chemischen Verhältnisse lassen sich diese Defizite u.U. beheben bzw. verringern.

Vorbelastungen der Seen ergeben sich in erster Linie durch deren Nutzung als Freizeit- und Naherholungsstätten. Untersuchungen von Niederschlagswasser des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie am Flughafen Frankfurt Main (unveröffentlicht, zit. in AHRENS 2001) belegen Nährstoffeinträge in Oberflächengewässer durch Einträge aus der Luft. Dabei wurde deutlich, dass insbesondere der Lindensee deutlich stärker betroffen war als die anderen Seen im Untersuchungsraum.

7.1.3 Bewertung der Ist-Situation

7.1.3.1 Methode der Bewertung der Ist-Situation

Oberflächengewässer lassen sich nach der ökologischen Gewässergüte (Saprobienindex nach DIN 38410) sowie nach der Gewässerstrukturgüte, d. h. der morphologischen Gewässerausbildung beurteilen. Das System der ökologischen Gewässergüte unterscheidet 4 Stufen der Güteklasse bzw. 3 Zwischenstufen, so dass sich eine siebenstufige Skala (von unbelastet bis übermäßig stark verschmutzt) ergibt.

Die Gewässerstrukturgüte wird in sieben Stufen (von unverändert bis vollständig verändert) eingeteilt und bewertet.

Je nach Aufnahmekapazität eines Gewässers und Gewährleistung des Mindestabflusses kann eine Wasserzufuhr in ein Oberflächengewässer erfolgen. Die Entwässerung in oberirdische Gewässer wird in einer qualitativen Gefährdungsabschätzung verbalargumentativ beschrieben und bewertet (Tab. C - 167).

Tab. C - 167: Bewertungskriterien zur Bestandsbewertung der Oberflächengewässer

Teilkomplex	Bewertungskriterien	Bewertungsrahmen
Oberflächengewässer	ökologische Funktion (Gewässergüte und -struktur, Biotopfunktion)	verbal-argumentativ nach Güteklassenzuordnungen
	Entwässerungsfunktion	verbal-argumentativ

7.1.3.2 Bewertungsergebnis

Unter Berücksichtigung ökologischer Aspekte, wie Gewässergüte (nach DIN 38410) und Gewässerstruktur wird der Main als geringwertig angesehen, der Gundbach kann, insbeson-

dere in den bereits renaturierten Abschnitten als hochwertig bezüglich der ökologischen Wasserqualität eingestuft werden. Die Gewässerstruktur ist in weiten Abschnitten stark oder sogar sehr stark verändert (vgl. Anlage C.6/7.1). In diesen Abschnitten wird dem Gundbach eine mittlere Bewertung zugeschrieben. Insgesamt wird der Gundbach als mittelwertig eingestuft. Von den bereits untersuchten Stillgewässer im Untersuchungsraum werden der Langer Waldsee und der Gundwiesenteich als mittel- bis geringwertig angesehen, da sie in unterschiedlicher Weise und Intensität als Fisch- oder Badegewässer genutzt werden. Die Egelsbacher Grube und die Naturschutzgrube werden als mittelwertig eingestuft. Für die weiteren Stillgewässer liegen noch keine limnologischen Daten vor, eine Bewertung muss folglich unterbleiben.

7.1.4 Status-Quo-Prognose

Die Status-Quo-Prognose für den Frankfurter Flughafen Frankfurt Main bezogen auf das Jahr 2015 beinhaltet eine Kapazitätsauslastung des vorhandenen Start- und Landebahnsystems und den Bau eines neuen Terminals im Süden. Durch die Kapazitätsausweitung ist keine vorhersehbare Änderung gegenüber dem Prognosenullfall bezüglich des Oberflächenwassers zu erwarten.

7.2 Auswirkungsprognose und -bewertung

7.2.1 Übersicht über die Auswirkungskategorien

In der folgenden Tab. C - 168 werden die das Oberflächengewässer betreffenden Auswirkungskategorien dargestellt. Da bislang nicht alle Oberflächengewässer untersucht sind, können die Auswirkungen auf vorhandene Oberflächengewässer nicht abschließend beschrieben und bewertet werden. Bei potenziellen Unfällen sind Gefährdungen von Oberflächengewässern nicht grundsätzlich auszuschließen. Potenzielle Flugzeughavarien können in Abhängigkeit von Betankungsmenge bzw. Menge des auslaufenden Kerosins sowie den Flurabständen des Grundwassers zu unterschiedlichen Gefährdungen von Oberflächengewässern führen. Für mögliche Störfälle und Havarien existiert bei der Fraport AG ein internes Umwelt- und Qualitätssicherungs-System. Die Betriebsanweisung Not (BA – Not 2000) regelt schnelle und effektive Einsätze von Feuerwehr und Sicherheitspersonal. Hier sind alle auszuführenden Tätigkeits- und Informationsketten beschrieben, so dass eine rasche Schadensbegrenzung möglich wird und evtl. weitere Beeinträchtigungen vermieden werden können. Störfälle und Havarien werden im folgenden in Anbetracht der verschwindend geringen Wahrscheinlichkeit nicht weiter behandelt (vgl. Teil B.5.2.11).

Im Rahmen von Gewässerquerungen sowie Gewässerverlegungen können sich bau- und anlagebedingt Änderungen der Gewässerdynamik ergeben, indem sich z.B. Fließgeschwindigkeiten ändern und/oder Gewässerprofile verändert werden.

Betriebsbedingt können durch direkte sowie diffuse Einträge Schadstoffe oder Nährstoffe in Oberflächengewässer gelangen.

Eine Beeinträchtigung der Retentionsfunktion von Oberflächengewässern insbesondere in Überschwemmungsbereichen kann aufgrund der Lage der Baumaßnahme ausgeschlossen werden.

Tab. C - 168: Auswirkungskategorien und Prognosemethoden

Auswirkungskategorie	Prognosemethode	Bilanzgröße
Anlagebedingt		
Verlust und Beeinträchtigung von Oberflächengewässern (Fließ- und Stillgewässer) durch Querung, Ausbau oder Verlegung und damit verbundener Beeinträchtigung der Gewässerdynamik	Verlustflächenermittlung, Gefährdungsabschätzung	Fläche bzw. Länge
Betriebsbedingt		
Beeinträchtigung von Oberflächengewässern durch diffuse und direkte Schadstoffeinträge	Gefährdungsabschätzung	Qualitativ
Baubedingt		
Schadstoffeinträge in Oberflächengewässer während der Bauphase	Gefährdungsabschätzung	Qualitativ

7.2.2 Verlust und Beeinträchtigung von Oberflächengewässern durch Querung, Ausbau oder Verlegung

7.2.2.1 Methode der Auswirkungsprognose und -bewertung

Bei Querungen, Verlegungen oder Ausbau von Oberflächengewässern können Beeinträchtigungen der Gewässerdynamik erfolgen, die sich über eine Veränderung der ökologischen Selbstreinigungsfähigkeit auch auf die Gewässergüte auswirken kann (vgl. Tab. C - 169).

Tab. C - 169: Bewertungsrahmen für den Verlust und die Beeinträchtigung von Oberflächengewässern durch Querung, Ausbau oder Verlegung

Wertstufe	Bezeichnung	Kriteriumsausprägung	Erläuterung
A	Bereich starker Umweltauswirkungen	Dauerhafte Entwertung von Oberflächengewässern durch Verrohrung	Ein vollständige verbauter oder verrohrtes Gewässers kann seine hydrologischen und ökologischen Funktionen nur eingeschränkt erfüllen.
B	Bereich deutlicher Umweltauswirkungen	Temporäre Verschlechterung der Gewässerstruktur und –güte; deutliche Veränderung des Abflussregimes	Starke temporäre Einschränkung der hydrologischen und ökologischen Funktionen.
C	Bereich mäßiger Umweltauswirkungen	--	--
R E L E V A N Z S C H W E L L E			
D	Bereich unerheblicher Umweltauswirkungen	--	--

7.2.2.2 Prognose der Auswirkungen

Durch die nördlichen Varianten erfolgen keine direkten Inanspruchnahmen von Oberflächengewässern mit verbundenen Änderungen der Gewässerdynamik. Indirekte Beeinträchtigungen von Oberflächengewässern werden im Kapitel Teil C.7.2.3 erläutert.

Im Rahmen der Anlage der Südvariante ist südlich der Fraport Kläranlage bereichsweise der Gundbach zu verlegen. Der Bach weist in dem genannten Abschnitt derzeit eine deutlich bis stark veränderte Gewässerstruktur auf. Die genaue Lage und Streckenlänge des zu verlegenden Abschnittes kann derzeit noch nicht prognostiziert werden.

Durch die Verlegung sind keine entscheidungserheblichen Auswirkungen auf die degenerierte Fischfauna zu erwarten, zumal in dem zu verlegenden Abschnitt die Gewässerstruktur große Defizite aufweist und somit auch die Habitatnutzung für Fische eingeschränkt ist. Durch Strukturverbesserungen im Zuge der Verlegung können auch Verbesserungen der Lebensräume für die Fische sowie der ökologischen Gewässergüte erreicht werden. Nach erfolgter Renaturierung des Gundbaches kann eine Wiederansiedlung der für diesen Gewässertypus charakteristischen Bachforelle erwogen werden (FISHCALC 2000).

7.2.2.3 Bewertung der Auswirkungen

Da durch die Varianten Nordwest und Nordost keine direkten Eingriffe in Oberflächengewässer erfolgen wird die Relevanzschwelle nicht überschritten und die Auswirkungen werden der Kategorie D (unerhebliche Umweltauswirkung) zugeordnet. Bei der Südvariante erfolgt eine abschnittsweise Verlegung des Gundbaches, der im Rahmen dieses Verlegungsabschnittes dann renaturiert wird. Aus diesem Grund wird diese Beeinträchtigung mit der Wertstufe B (deutliche Umweltwirkung) bewertet.

7.2.3 Beeinträchtigungen durch direkte und diffuse Schadstoffeinträge

7.2.3.1 Methode der Auswirkungsprognose und -bewertung

Betriebs-, anlage- und baubedingt können Schadstoffe oder Nährstoffe sowohl durch direkte Einleitungen als auch über diffuse Eintragspfade in Oberflächengewässer gelangen. Diese potenziellen Beeinträchtigungen lassen sich quantitativ nicht prognostizieren, es kann nur ein qualitativer Überblick der möglichen Stoffeinträge und der möglichen Eintragspfade gegeben werden. Nährstoffeinträge in Oberflächengewässer führen i.d.R. zu erhöhter pflanzlicher Produktion. In Seen stellt sich dann eine deutliche Schichtung der Sauerstoffgehalte ein, die in tieferen Schichten zu starken Sauerstoffdefiziten führen kann (vgl. Tab. C - 170).

Tab. C - 170: Bewertungsrahmen für die Beeinträchtigung von Oberflächengewässern durch Schadstoffeinträge

Wertstufe	Bezeichnung	Kriteriumsausprägung	Erläuterung
A	Bereich starker Umweltauswirkungen	Deutliche Verschlechterungen der Gewässergüte durch Schadstoffeinträge	Verlust der ökologischen Gewässerfunktionen
B	Bereich deutlicher Umweltauswirkungen	Verschlechterungen der Gewässergüte durch Schadstoffeinträge	Einschränkungen der ökologischen Gewässerfunktionen
C	Bereich mäßiger Umweltauswirkungen	--	--
R E L E V A N Z S C H W E L L E			
D	Bereich unerheblicher Umweltauswirkungen	Temporäre Schadstoffbelastungen während der Bauphase. Schadstoffeinträge ohne Einfluss auf Gewässerfunktionen.	Aufgrund der zeitlichen Begrenzung und bei sach- und fachgerechter Ausführung nicht erheblich

7.2.3.2 Prognose der Auswirkungen

Durch den Bau und Betrieb einer neuen Start-/Landebahn können Stoffeinträge in Gewässer erfolgen, die die ökologischen Funktionen eines Gewässers beeinträchtigen. Diese Stoffeinträge können direkt, z.B. durch Einleitungen oder indirekt über Grundwasser oder durch diffuse Einträge erfolgen.

Das Entwässerungskonzept für Variante Süd (siehe Teil B.5.1.2) sieht nach vorheriger Qualitätskontrolle eine Einspeisung des Oberflächenwassers in das bestehende Rückhaltesystem oder in eine neu zu erstellende Versickerungsanlage im Südbereich oder in die Schmutzwasserkanalisation vor. Die variantenunabhängigen Betriebsflächen und Einrichtungen können über das bestehende Oberflächenentwässerungssystem entsorgt werden. Schadstoffeinträge durch Einleitungen sind somit für den Gundbach nicht zu befürchten. Bei Variante

Nordwest ist eine Entwässerung über Versickerung ohne direkte Einleitung vorgesehen. Bei Variante Nordost ist nach derzeitiger Planung die Fassung und Ableitung in den Main vorgesehen. Da bei den Nordvarianten jedoch das eingesetzte Spektrum an Betriebsstoffen wesentlich unkritischer ist als bei der Startbahn im Süden ist auch hier eine Beeinträchtigung des Mains nicht zu erwarten.

Durch die Rodung großer Waldflächen mit Verlust der Vegetationsdecke im Rahmen der Bauarbeiten wird in den Stickstoffhaushalt des Bodens eingegriffen. Der vegetationsbedingte Stickstoffverbrauch wird unterbunden, während bodeninterne Prozesse der Nitrifikation fortschreiten. Dadurch kann es zu einer Überschussnitrifikation kommen. Durch Niederschläge ist eine Mobilisierung von Nitrat mit Verlagerung in das Grundwasser möglich. Quantitative Abschätzungen lassen sich nicht machen, durch geeignete Maßnahmen lassen sich diese Phänomene jedoch auf ein Mindestmaß reduzieren (vgl. Teil C.7.3). Da viele der untersuchten Seen durch Phosphor limitiert sind, ist der Einfluss eines erhöhten Nitratreintrages vernachlässigbar gering.

Gemäß der exemplarisch für die Variante Nordwest durchgeführten Depositionsabschätzung (IBJ 2001b) ist eine nennenswerte Erhöhung der Stickstoffdeposition durch den Flugverkehr außerhalb des Landebahnbereichs der Nordwestvariante nicht zu erwarten. Somit sind die Oberflächengewässer im Untersuchungsraum durch eine ausbaubedingte Zunahme der Stickstoffdeposition nicht betroffen.

7.2.3.3 Bewertung der Auswirkungen

Die Gefährdung einer Beeinträchtigung von Oberflächengewässer durch Eintrag von Schadstoffen ist somit gering. Auch baubedingt wird bei sachgemäßer Bauausführung die Relevanzschwelle nicht überschritten, die Auswirkungen werden der Kategorie D zugeordnet.

7.2.4 Konfliktschwerpunkte und Variantenvergleich

Bezüglich des Oberflächenwassers treten bei den Varianten Nordwest und Nordost keine Konfliktschwerpunkte auf. Bei der Südvariante wird eine abschnittsweise Verlegung des Gundbaches notwendig. Aus diesem Grund ist aus Sicht des Oberflächenwassers die Südvariante die ungünstigste (vgl. Tab. C - 171).

Tab. C - 171: Konfliktschwerpunkte im Schutzgut Wasser - Oberflächenwasser

	Variante Nordwest	Variante Nordost	Variante Süd
Verlust und Beeinträchtigung von Oberflächengewässern	--	--	Abschnittsweise Verlegung des Gundbaches

7.3 Vorkehrungen zur Vermeidung und Verminderung

Wie schon im Kapitel Teil C.6.3 aufgeführt gelten auch für das Oberflächenwasser die gesetzlichen Grundsätze. Für das Wasser gilt gemäß § 1 a, Absatz 1 des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) folgender Grundsatz: "Die Gewässer sind als Bestandteil des Naturhaushaltes so zu bewirtschaften, dass sie dem Wohl der Allgemeinheit und im Einklang mit ihm auch dem Nutzen einzelner dienen und dass jede vermeidbare Beeinträchtigung unterbleibt."

Ergänzend ist anzuführen, dass nach § 1 a, Absatz 2 (WHG) jedermann verpflichtet ist, bei Maßnahmen, mit denen Einwirkungen auf ein Gewässer verbunden sein können, die nach den Umständen erforderliche Sorgfalt anzuwenden, um eine Verunreinigung des Wassers oder eine sonstige nachteilige Veränderung seiner Eigenschaften zu verhüten. Im Hessischen Wassergesetz (HWG) werden die genannten Grundsätze bestätigt bzw. ergänzt.

Bei der notwendig werdenden Verlegung eines Teilabschnittes des Gundbaches sollten die Bauarbeiten schonend ausgeführt werden (vgl. Teil C.6.3). Gleichzeitig sollte der zu verlegende Abschnitt naturnah angelegt werden. Auch bei den bau- und betriebsbedingten Entwässerungsmaßnahmen sollten keine zusätzlichen Beeinträchtigungen von Oberflächengewässern verursacht werden.

8 Schutzgut Luft

Das Schutzgut Luft umfasst die Atmosphäre der Erde und ihre lufthygienisch relevanten Eigenschaften. Im folgenden betrachtet werden daher die Schadstoffbelastung der Luft sowie diejenigen Quellen und räumlichen Faktoren, die die regionale und lokale Schadstoffbelastung der Luft in der Umgebung des Frankfurter Flughafens beeinflussen.

Die Bewertung des Schutzgutes Luft erfolgt primär vor dem Hintergrund des Schutzes der menschlichen Gesundheit. Indirekte Auswirkungen infolge von Schadstoffbelastungen der Luft auf Pflanzen, Tiere und den Boden werden unter dem jeweiligen Schutzgut behandelt.

Innerhalb des Abschnittes zum Schutzgut Luft wird die vorhabensbedingte Zusatzbelastung durch den Begriff der Belastungszunahme beschrieben, da der Begriff der Zusatzbelastung in der TA Luft abweichend definiert ist. Unter der Belastungszunahme wird hier der Beitrag des geplanten Flughafenausbaus zur Luftschaadstoffbelastung, der sich rechnerisch aus der Differenz zwischen Prognosenullfall und den drei Planungsfällen ergibt, verstanden.

8.1 Raumanalyse

8.1.1 Abgrenzung des Untersuchungsraums

Die Abgrenzung des Untersuchungsraums für das Schutzgut Luft in der UVS orientiert sich an den im Gesamtschadstoffgutachten (IVU 2001b) zusammengefassten NO_2 -Immissionen. Als Grenze wird analog zur TA-Luft, Nr. 2.2.1.1 b der Wert von 1% Schadstoffzunahme infolge des geplanten Flughafenausbaus bezogen auf den 2015 gültigen Grenz-Wert herangezogen. Da der zukünftige Grenzwert für NO_2 gemäß EU-Richtlinie 1999/30/EG bei $40\mu\text{g}/\text{m}^3$ liegt, liegt die 1%-Schwelle bei $0,4\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Die Abgrenzung des Untersuchungsraumes umfasst demnach einen Raum, in dem die im Gesamtschadstoffgutachten prognostizierte NO_2 -Immissionskonzentrationszunahme infolge des geplanten Flughafenausbaus den Wert von $0,4\mu\text{g}/\text{m}^3$ überschreitet. Die NO_2 -Immissionskonzentrationszunahme infolge des Flughafenausbaus errechnet sich über die Differenz zwischen der im Gesamtschadstoffgutachten prognostizierten Immissionsbelastung in den drei Planungsfällen und der im Gesamtschadstoffgutachten prognostizierten Immissionsbelastung im Prognosenullfall (siehe Anlage C.8.5).

Der räumliche Bereich der NO_2 -Belastungszunahme von größer $0,4\mu\text{g}/\text{m}^3$ hat für alle drei Vorhabensvarianten eine ähnliche Ausdehnung (siehe Anhang 4.1). Der Bereich reicht im Nordosten bis zum Nordwestkreuz Frankfurt und in südwestlicher Richtung bis über den Rhein nach Bodenheim. Der Untersuchungsraum wurde darauf aufbauend in Anlehnung an das Rechengitter der Schadstoffgutachten rechteckig abgegrenzt. Er umfasst im Nordosten das Stadtgebiet Frankfurts, im Süden die Innenstadt von Darmstadt und im Westen die östlichen Vororte von Mainz.

8.1.2 Erfassung und Beschreibung der Ist-Situation

8.1.2.1 Methode der Erfassung und Beschreibung der Ist-Situation

Die Ist-Situation im Schutzgut Luft wird über die lufthygienische Vorbelastung (= Immissions-situation 2000) und über relevante Strukturen und Funktionsausprägungen mit potentieller lufthygienischer Ausgleichsfunktion beschrieben. In der Tab. C - 172 sind die wesentlichen Erfassungskriterien und die zugehörigen Quellen (Daten- / Informationsgrundlagen) zusammengestellt.

Tab. C - 172: Erfassungskriterien sowie Daten- und Informationsgrundlagen für das Schutzgut Luft

Erfassungskriterien	Daten- / Informationsgrundlage
Lufthygienische Vorbelastung insb. für folgende Schadstoffe: <ul style="list-style-type: none"> • NO₂ / NO_x • SO₂ • CO • Benzol • Toluol / Xylol • Benzo(a)pyren • Ruß • PM 10 • Ozon 	<ul style="list-style-type: none"> • Luftschadstoffgutachten zum ROV: <ul style="list-style-type: none"> - Luftschadstoffe – Kfz-Verkehr im Umfeld (IVU 2001a) - Luftschadstoffe Kfz-Verkehr und stationäre Quellen auf dem Flughafen Frankfurt Main (HEUSCH / BOESEFELD 2001) - Luftschadstoffe – Flugverkehr (IBJ 2001a) - Luftschadstoffe – Gesamtschadstoffe (IVU 2001b) • Immissionsdaten der HLUg: <ul style="list-style-type: none"> - Umweltatlas Hessen - Lufthygienische Jahresberichte 1996/1999 - Sonderberichte zur Schadstoffbelastung am Frankfurter Flughafen Frankfurt Main (Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz 260, 261, 267) • Luftreinhalteplan Untermain
Geruchsbelästigungen	<ul style="list-style-type: none"> • TÜV-ECOPLAN-Messbericht 2000 • Endbericht des Mediationsverfahrens
Flächen mit lufthygienischer Ausgleichsfunktion: <ul style="list-style-type: none"> • aktuelle Flächennutzung • Wald mit Immissionsschutzfunktion nach Wald-funktionskartierung 	<ul style="list-style-type: none"> • Atkis-Datenbestand • Biotopkartierung • Flächenschutzkarte / hessische Wald-funktionskartierung

Die lufthygienische Ausgleichsfunktion von Freiflächen ergibt sich aus deren Fähigkeit, Luftschadstoffe auszufiltern oder zu verdünnen. Die Fähigkeit zur Luftregeneration besitzen demnach prinzipiell alle vegetationsbestandenen Flächen, der Bodenkörper sowie Wasseroberflächen. Lufthygienische Ausgleichsräume sind allerdings vor allem diejenigen Räume, die aufgrund

- ihrer Nähe zu Belastungsräumen / Emissionsquellen,
- ihrer Filterfunktion für Schadstoffe sowie
- lokaler Windsysteme

eine besondere lufthygienische Ausgleichsfunktion besitzen. Die Ausgleichsfunktion besteht im Falle von Vegetationsbeständen vor allem in deren Filterwirkung von Schadstoffen und im Falle von Windsystemen im Verdünnungseffekt durch die Heranführung von vergleichsweise

gering belasteter Frischluft. Windsysteme werden einschließlich ihrer potentiellen lufthygienischen Ausgleichsfunktion im Schutzgut Klima beschrieben. Hier werden daher ausschließlich die Vegetationsbestände mit besonderer lufthygienischer Ausgleichsfunktion betrachtet. Dies sind insbesondere die Wälder im Untersuchungsraum. Deren lufthygienische Ausgleichsfunktion ergibt sich aus der großen inneren Oberfläche von Baumbeständen (siehe Teil C.8.1.3.1). Wald mit Immissionsschutzfunktion gemäß hessischer Waldfunktionskartierung wird darüber hinaus gesondert betrachtet.

Die Erfassung und Beschreibung der lufthygienischen Vorbelastungssituation (Ist-Situation 2000) erfolgt vor allem anhand der zum Raumordnungsverfahren erstellten vier Luftschadstoffgutachten, die spezielle Modellrechnungen zur Ausbreitung der relevanten Schadstoffe jeweils für die Ist-Situation, den Prognosenullfall 2015 und die drei Planfälle 2015 durchgeführt haben:

- Luftschadstoffe – Kfz-Verkehr im Umfeld (Gutachten G 7.1 -IVU 2001a): Modellrechnung mit IMMIS^{net} (Gaußsches Fahnenmodell),
- Luftschadstoffe – Kfz-Verkehr und stationäre Quellen auf dem Flughafen Frankfurt Main (Gutachten G 7.2 - HEUSCH BOESEFELDT 2001): Modellrechnung mit LASAT (Partikelmodell nach VDI 3945/3),
- Luftschadstoffe - Flugverkehr (Gutachten G 7.3 - IBJ 2001a): Modellrechnung mit LASAT (Partikelmodell nach VDI 3945/3),
- Luftschadstoffe – Gesamtmissionen (Gutachten G 7.4 - IVU 2001b).

Diese Luftschadstoffgutachten berücksichtigen insgesamt die folgenden Emissionsquellen:

- Kfz-Verkehr im Umfeld des Flughafens (IVU 2001a),
- flächenhafte und punktförmige Emissionsquellen im Umfeld des Flughafens aus Daten der HLU (IVU 2001a),
- Kfz-Verkehr im Flughafenbereich (HEUSCH BOESEFELDT 2001),
- ruhender Kfz-Verkehr auf dem Flughafengelände und im direkten Umfeld - Verdunstungsemissionen (HEUSCH BOESEFELDT 2001),
- stationäre Quellen und Flugzeugbetankung auf dem Flughafengelände (HEUSCH-BOESEFELDT 2001),
- Flugverkehr bis 600 m über Grund (IBJ 2001a),
- Hilfsaggregate der Flugzeuge (APU) (IBJ 2001a),
- Probeläufe der Flugzeuge (IBJ 2001a).

Das Gesamtschadstoffgutachten, welches die verschiedenen Immissionsberechnungen zu Gesamtmissionen zusammenfasst, berücksichtigt auf der Grundlage der Messwerte der Immissionsmessstation Raunheim des HLU zusätzlich die Schadstoffbelastung durch überregionalen Ferntransport (siehe IVU 2001b).

Bei allen Gutachten wird einheitlich die vom DWD als repräsentativ für den zehnjährigen Zeitraum eingestufte Messreihe von 1997 und ein einheitliches Ausgabennetz für die Immissionen (1000 m-Raster mit Umfang 40*40 km sowie zusätzlich 500 m-Raster mit Umfang 14*14 km) verwendet. Alle Ausbreitungsrechnungen wurden für ein Kalenderjahr auf Stundenbasis vorgenommen, um Korrelationen zwischen Quellstärke und Meteorologie zu berücksichtigen sowie Immissions-Kurzzeitkennwerte ableiten zu können.

Gegenstand des Gesamtschadstoffgutachtens sind die Stoffe NO_x, NO₂, SO₂, CO, Benzol, Benzo(a)pyren, Ruß und PM 10. Ergänzend werden in der UVS Aussagen zu

- Toluol und Xylol³¹
- Ozon und
- Geruchsbelästigungen

gemacht.³²

Aussagen zur Frage des Fuel-Dumping sowie zur Problematik der Klimaerwärmung durch Treibhausgase (v.a. CO₂, Methan, Wasserdampf) enthält Teil B.5.2.8. Relevante Kaltluftströmungen mit möglicher lokaler lufthygienischer Ausgleichswirkung werden in Teil C.9 unter dem Schutzgut Klima beschrieben.

8.1.2.2 Beschreibung der Strukturen und Funktionsausprägungen

Neben der Frage der Immissionen von Luftschadstoffen, die als Vorbelastungen in Teil C.8.1.2.4 beschrieben werden, lassen sich im Schutzgut Luft die Waldbereiche als potentielle lufthygienische Ausgleichsräume beschreiben.

Größere Waldbestände befinden sich im zentralen Teil des Untersuchungsraumes in der direkten Umgebung des Flughafens. Diese Waldbestände bilden einen fast geschlossenen Waldgürtel, der von Groß-Gerau im Süden bis zu den südlichen Stadtteilen Frankfurts im Norden und von Rüsselsheim im Westen bis nach Neu-Isenburg und im weiteren Verlauf bis Offenbach im Osten reicht. Weitere Waldbestände im Untersuchungsraum liegen im Norden im Bereich der Taunusvorberge bei Hochheim sowie im Süden in der Umgebung von Darmstadt. Der zentrale Bereich der Stadt Frankfurt, das Maintal mit seinen nördlich angrenzenden Lößflächen sowie die Rheinebene im Bereich des Hessischen Rieds sind dagegen weitgehend waldfrei (siehe Anlage C.8.1).

Sämtliche Waldbereiche in der unmittelbaren Umgebung des Flughafens sind großflächig und kleinere Waldbereiche nordöstlich von Darmstadt und in der Umgebung von Neu-Isenburg sind lokal als Wald mit **Immissionsschutzfunktion** nach der hessischen Waldfunktionskartierung (Stand 12/2000) ausgewiesen (siehe Anlage C.8.1).

Potentielle Belastungsräume, d.h. Räume, die gegenüber einer lufthygienischen Belastung eine besondere Sensibilität besitzen, sind die Siedlungsflächen im Untersuchungsraum mit ihren sensiblen Einrichtungen (Altenheime, Kindergärten, Schulen und Krankenhäuser). Diese sind in Anlage C.8.1 dargestellt.

³¹ Toluol und Xylol haben gemessen an den LAI-Ziel- und Orientierungswerten auf dem Flughafengelände nur eine untergeordnete Bedeutung. Grundsätzlich verhalten sich Toluol und Xylol sowie die organischen Gase in ihrer Ausbreitung entsprechend den Benzolimmissionen. Somit entsprechen die Immissionskonzentrationen für die genannten Stoffe in etwa den Emissionsverhältnissen von Benzol (siehe IVU 2001a, HEUSCH-BOESEFELDT 2001). Für Toluol und Xylol wurden daher in den Schadstoffgutachten keine Ausbreitungsrechnungen durchgeführt.

³² Zur Auswahl der Schadstoffe siehe Teil A.4.2.7

8.1.2.3 Gesetzlich und gesamtplanerisch geschützte Bereiche

Als lufthygienisch relevante gesetzlich oder gesamtplanerisch geschützte Bereiche lassen sich der Bann- und Schutzwald nach HFG ansprechen.

Da sowohl der Bannwald als auch der Schutzwald nach HFG neben der lufthygienischen Ausgleichsfunktion verschiedene weitere Schutzfunktionen besitzen und insoweit einen schutzgutübergreifenden Charakter haben, werden diese Waldschutzflächen zusammenfassend unter Teil C.12 beschrieben.

8.1.2.4 Vorbelastungen

Der Flughafen Frankfurt Main liegt inmitten des Ballungsraums Rhein-Main am Südrand des gemäß § 47 BImSchG abgegrenzten sog. Untersuchungsgebietes Untermain. Entsprechend weist der Untersuchungsraum eine im hessenweiten Vergleich insgesamt erhöhte lufthygienische Vorbelastung auf. Dies wird u.a. in den im Umweltatlas Hessen (HLFU u.a. 1999) veröffentlichten hessenweiten Karten der Immissionssituation deutlich. Die hessenweite Flechtenkartierung (HLFU u.a. 1999 – Kartierungsstand 1990 bis 1993) weist in der gesamten hessischen Rhein-Main-Niederung eine „sehr hohe“ lufthygienische Belastung aus.

Die bisherigen Immissionsmessungen der HLUg zeigen für den Bereich des Flughafens insgesamt, dass bezüglich der klassischen Schadstoffe alle derzeit gültigen Langzeit-Immissionswerte eingehalten werden. Allerdings liegt die Belastung, die im Bereich des Flughafens und im direkten Umfeld vom Flugverkehr dominiert wird, insgesamt auf einem vergleichsweise hohen Niveau, das für städtische Gebiete (Innenstadt bis Stadtrand) typisch ist (HLFU 1999a).

In einem Biomonitoringprogramm wurden im Jahr 1992 standardisiert exponierte Grünkohl-, Tabak- und Weidelgras-Kulturen an 8 Messpunkten auf dem Flughafengelände eingesetzt. Gleichzeitig wurden 3 Vergleichsstationen in Gießen, im Frankfurter Stadtwald sowie an der Sindlinger Kläranlage eingerichtet. Grünkohl akkumuliert insbesondere partikelgebundene Luftschadstoffe (Schwermetalle und Chloraromaten). Tabak ist ein Reaktionsindikator für Ozon und das Welsche Weidelgras ist ein Akkumulationsindikator für Blei und Cadmium (KIRSCHBAUM 1999). Grünkohl-Pflanzen sind zudem ein Akkumulationsindikator insbesondere für organische Luftschadstoffe.

Die Untersuchungen zu Photooxidantien zeigen, dass alle Flughafenstationen mit einem Blattschädigungsgrad von <10% geringere Belastungen aufwiesen, als die Vergleichsstationen, bei denen Blattschädigungen >10% auftraten. Die Station Gießen zeigte mit ca. 25% Blattschädigung die größte Belastung an und dokumentiert damit eindrucksvoll, dass hohe Ozonkonzentrationen vor allem im ländlichen Raum in größerer Entfernung zu Ballungsräumen auftreten. Hinsichtlich der Schwermetalle Blei und Cadmium, die am Weidelgras untersucht wurden, zeigte sich an allen Flughafenmessstationen ein niedriges Niveau. Die Untersuchungen an den Grünkohl-Pflanzen, die auf Schwermetalle, Dibenzodioxin und -furan, Polychlorierte Biphenyle (PCB) und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) untersucht wurden, zeigte sich ein differenzierteres Bild. An dem Messpunkt am Terminal wurden erhöhte PCB-Werte nachgewiesen. An dem Messpunkt am Terminal und im Vorfeld

wurden erhöhte PAH-Werte und erhöhte Antimonwerte gemessen. Im übrigen wurde beim Biomonitoringprogramm Flughafen Frankfurt Main eine Immissionssituation gefunden, die für ein Messgebiet in der Nähe eines Ballungsgebietes mit Industrie- und Verkehrseinfluss generell anzutreffen ist (siehe KIRSCHBAUM 1999; HLFU 1999a).

Im folgenden wird im Detail auf die einzelnen Schadstoffe eingegangen. Dabei werden insbesondere die Ergebnisse der berechneten Gesamtbelastung in der Ist-Situation 2000 des Gesamtschadstoffgutachtens (IVU 2001b) beschrieben. Die räumliche Verteilung der Ergebnisse der Immissionsrechnungen sind im Gesamtschadstoffgutachten dargestellt. Ergänzend werden Messergebnisse aus den Messungen der HLOG herangezogen (siehe HLFU 1999b; HLOG 2000). Dies ist zur Interpretation der Modellergebnisse sinnvoll, da insbesondere punktuelle Belastungsspitzen in verkehrsreichen Innenstadtlagen in der Modellrechnung im Gesamtschadstoffgutachten nicht zum Ausdruck kommen. Dies liegt an den in das Gesamtschadstoffgutachten eingeflossenen Verkehrsdaten, an dem verwendeten Modell sowie an der Darstellung im 1000 m-Raster (großer Untersuchungsraum). Zur besseren Vergleichbarkeit mit den Ergebnissen der Prognose und der Bewertung der Auswirkungen erfolgt darüber hinaus bereits ein Vergleich mit den für die Bewertung herangezogenen Grenz- bzw. Zielwerten. Soweit nicht anders dargestellt, beziehen sich alle Angaben auf Jahresmittelwerte.

Einen ersten Überblick über die im Gesamtschadstoffgutachten ermittelten Schadstoffimmissionen in der Ist-Situation 2000 im Vergleich mit gemessenen Werten auf dem Flughafen Frankfurt Main und in der Innenstadt Frankfurts gibt Tab. C - 173. Neben dem 1000 m-Raster in einem großen Untersuchungsraum werden im Gesamtschadstoffgutachten die Immissionskonzentrationen für einen engeren Untersuchungsraum mit einer 500 m-Auflösung dargestellt (IVU 2001b).

Tab. C - 173: Kennwerte (Jahresmittelwerte und 98-Perzentil für NO₂) der Gesamtimmissionskonzentration gemäß Gesamtschadstoffgutachtens für die Ist-Situation 2000 (nach IVU 2001b) im Vergleich mit gemessenen Werten (HLOG 2000; HLFU 1999b)

		Ist-Situation 2000 (1000 m-Raster)*		Ist-Situation 2000 (500 m-Raster)**		Messwerte 08/97-08/98 am Flughafen***	Messwerte 1999 der Station Frankfurt- Friedberger- Landstraße****
		Mittel	Max	Mittel	Max		
NO _x	[µg/m ³]	66,8	195	85,3	256	--	--
NO ₂	[µg/m ³]	34,8	62,8	40,6	69,6	50	59
NO ₂₋₉₈	[µg/m ³]	74,8	125	--	--	135	119
SO ₂	[µg/m ³]	6,68	15,6	7,48	17,5	9	--
CO	[µg/m ³]	488	705	522	707	600	1.500
Benzol	[µg/m ³]	1,33	2,88	1,56	3,41	2,8	8

		Ist-Situation 2000 (1000 m-Raster)*		Ist-Situation 2000 (500 m-Raster)**		Messwerte 08/97-08/98 am Flughafen***	Messwerte 1999 der Station Frankfurt- Friedberger- Landstraße****
		Mittel	Max	Mittel	Max		
B(a)P	[ng/m ³]	0,52	1,36	0,60	2,08	--	--
Ruß	[µg/m ³]	1,25	4,47	1,62	6,95	3,1	--
PM 10	[µg/m ³]	27,8	35,0	28,5	40,8	--	--

*) Mittelwert über alle Rasterzellen und Maximalwert des Untersuchungsraums des Gesamtschadstoffgutachtens im 1000 m-Raster (40*40 km) nach IVU 2001b.

**) Mittelwert über alle Rasterzellen und Maximalwert des Untersuchungsraums des Gesamtschadstoffgutachtens im 500 m-Raster (14*14 km) nach IVU 2001b.

***) Messdaten nach HLFU 1999b – Angaben als Mittel über 3 Messpunkte.

****) Messdaten nach HLU 2000.

Stickstoffdioxid (NO₂) / Stickstoffoxid (NO_x)

Die Schadstoffgruppe der Stickoxide wird allgemein als eine besonders relevante Schadstoffgruppe an Flughäfen angesehen (siehe HLFU 1999a, HLFU 1999b).

Die großräumige Hintergrundbelastung 2000 für NO₂ beträgt gemäß Gesamtschadstoffgutachten 24 bis 35µg/m³ (1000 m-Raster) und erreicht damit etwa 75% des zukünftigen EU-Grenzwertes von 40µg/m³. Eine Zone höherer Flächenbelastungen liegt im nördlichen Untersuchungsraum im Bereich der dichteren Besiedlung und Verkehrserschließung entlang des Mains. Hier wurden großräumig Konzentrationen von über 40µg/m³ berechnet. Diese Werte entsprechen auch den gemessenen und interpolierten Werten des HLU (HLU 2000). Entlang der Hauptverkehrsachsen des Untersuchungsraums sowie im Bereich des Flughafens treten gemäß Gesamtschadstoffgutachten erhöhte Konzentrationen auf, die ihr Maximum bei 60 bis 70µg/m³ im Bereich der bestehenden Terminalanlagen auf dem Flughafengelände haben. In den dem Flughafen Frankfurt Main nächstgelegenen Ortschaften erreicht die NO₂-Konzentration allerdings bereits wieder das regionale Niveau des städtischen Unterrheinraums von 40 bis 45µg/m³.

Abb. C - 2 zeigt im Vergleich zu den Darstellungen der Modellrechnungsergebnisse des Gesamtschadstoffgutachten die aus tatsächlich gemessenen Werten abgeleitete flächenhafte NO₂-Situation des Jahres 1999 für ganz Hessen. Der Vergleich zeigt, dass der Flughafen Frankfurt Main gegenüber den verdichteten Stadtgebieten in Südhessen hinsichtlich der flächenhaften Belastung keinen Belastungsschwerpunkt bildet.

Vergleicht man die im Gesamtschadstoffgutachten errechneten NO₂-Konzentrationen mit Messwerten von Immissionsmessstationen an verkehrsreichen Standorten, so zeigt sich, dass dort gegenüber den berechneten und über ein 1000 m-Raster gemittelten Werten entlang der Hauptverkehrsachsen noch höhere Werte auftreten. Die gemessenen NO₂-Jahresmittelwerte für das Jahr 1999 betragen an der Station Frankfurt-Friedberger-Landstraße 59µg/m³, an der Station Wiesbaden-Ringkirche 61µg/m³ und an der Station Darmstadt-Hügelstraße 58µg/m³. Der Unterschied ergibt sich u.a. aus lokalen Besonderheiten in Innenstädten („Straßenschluchteffekt“), die in dem angewendeten Modell nicht berücksichtigt werden.

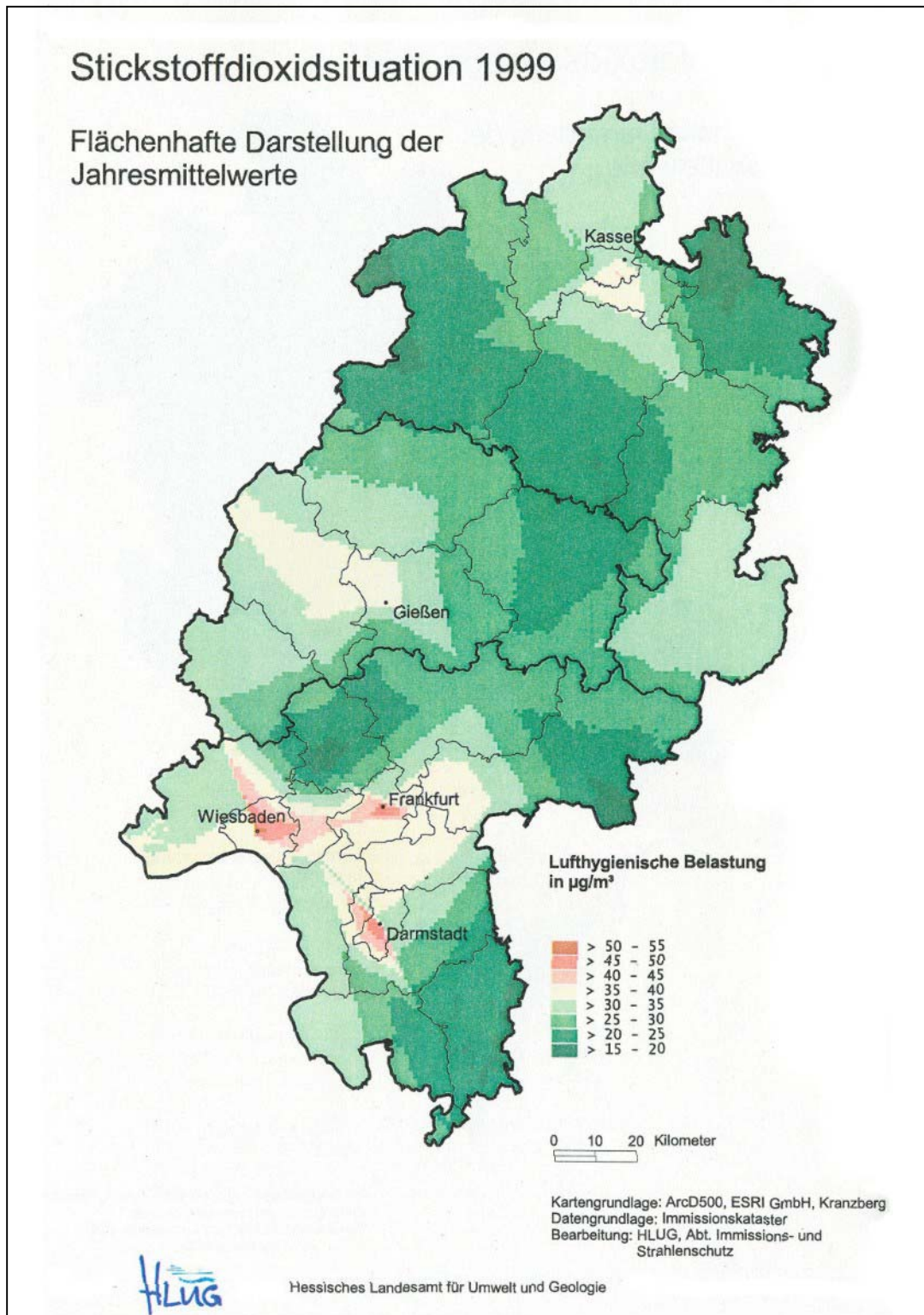


Abb. C - 2: Flächenhafte Darstellung der NO_2 -Jahresmittelwerte für 1999 gemäß HLUg 2000

Das Bild der NO_x -Immissionskonzentrationen (1000 m-Raster) stellt sich in der räumlichen Verteilung ähnlich, entsprechend auf höherem Niveau dar. Die maximalen Konzentrationswerte im näheren Umfeld des Flughafens, außerhalb der angrenzenden Siedlungsgebiete,

liegen in der Größenordnung zwischen 150 und 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Die NO_x -Werte im Stadtgebiet Frankfurt liegen bei 75-100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ und die Belastungsspitzen entlang der Autobahnen bei über 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1000 m-Raster).

Schwefeldioxid (SO_2)

Die großräumige Hintergrundbelastung für SO_2 liegt gemäß Gesamtschadstoffgutachten in der Ist-Situation 2000 bei 6,0 bis 7,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1000 m-Raster). Zonen höherer Belastungen liegen im Bereich der Stadt Frankfurt, entlang der Hauptverkehrsachsen sowie im Umfeld des Flughafens. Hier wurden teilweise Konzentrationen von bis zu 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ SO_2 berechnet. Diese Werte liegen deutlich unter dem TA-Luft-Grenzwert von 140 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ und auch unter 50% des zukünftigen EU-Reinluftgrenzwertes von 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Maximale Immissionskonzentrationen auf dem Flughafengelände liegen in Größenordnungen von bis zu 17,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (500 m-Raster).

Kohlenmonoxid (CO)

Die maximal modellierte Immissionskonzentration für Kohlenmonoxid beträgt in der Ist-Situation 2000 705 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1000 m-Raster). Damit wird lediglich 7% des derzeit gültigen TA-Luft-Grenzwertes von 10.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ erreicht. Die in dieser Größenordnung liegenden Immissionsspitzen verteilen sich entlang der Hauptverkehrsstraßen sowie im Stadtgebiet von Frankfurt. Am Flughafen Frankfurt Main ist keine deutliche Immissionsspitze erkennbar. Die dort ermittelten Belastungswerte liegen bei 590 bis 670 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Benzol

Die maximal berechneten Immissionskonzentration in der Ist-Situation 2000 für Benzol liegen gemäß Gesamtschadstoffgutachten auf dem Flughafengelände und betragen ca. 3,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (500 m-Raster). Damit werden ca. 70% des zukünftigen EU-Grenzwertes von 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ erreicht. Ein weiteres Gebiet höherer Belastung ist der Innenstadtbereich von Frankfurt, wo gemäß Gesamtschadstoffgutachten Werte um 2,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1000 m-Raster) erreicht werden. In den nächstgelegenen Ortschaften des Flughafens erreichen die berechneten Benzol-Konzentrationen Werte von 1,3 bis 1,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Diese Werte entsprechen dem gegenüber dem ländlichen Umland etwas erhöhten Niveau des Ballungsraums Untermain. Vergleicht man die im Gesamtschadstoffgutachten errechneten Benzol-Konzentrationen mit Messwerten an verkehrsreichen Standorten, so zeigt sich, dass an diesen Messstationen aufgrund lokaler Besonderheiten in Innenstädten deutlich höhere Werte erreicht werden. So liegen die gemessenen Benzol-Jahresmittelwerte für das Jahr 1999 an der Station Frankfurt-Friedberger-Landstraße bei 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, an der Station Wiesbaden-Ringkirche bei 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ und an der Station Kassel-Süd bei 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (siehe HLU 2000).

Toluol / Xylol

Toluol und Xylol sind neben Benzol weitere Vertreter der sog. BTX-Gruppe. Sie wurden im Gesamtschadstoffgutachten (IVU 2001b) und in den anderen Schadstoffgutachten (IBJ 2001a; IVU 2001a; HEUSCH BOESEFELDT 2001) immissionsseitig nicht betrachtet.³³

Messungen auf dem Flughafengelände Frankfurt in den Jahren 1997/1998 haben für Toluol Jahresmittelwerte von 3,3 bis 5,3 µg/m³ und für m-,p- und o-Xylole Jahresmittelwerte von 1,9 bis 3,3 µg/m³ ermittelt (siehe HLFU 1999b). Diese Werte liegen deutlich unter den üblichen Konzentrationen in deutschen Städten (Toluol: ca. 80 µg/m³, Xylol: 2-30 µg/m³ nach WIEBEN et al. 1999) und gleichzeitig deutlich unterhalb der vom Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI) empfohlenen Ziel- bzw. Orientierungswerte von 30 µg/m³.

Benzo(a)pyren (BaP)

Ein auf einer Rechtsgrundlage basierender Grenzwert existiert für Benzo(a)pyren nicht, da bei kanzerogenen Stoffen keine Wirkungsschwellen existieren. Legt man den Ziel- bzw. Orientierungswert des Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI) zugrunde (1,3 ng/m³ als 1 km²-Flächenmittel), so liegt die maximal errechnete Immissionskonzentration für Benzo(a)pyren in der Ist-Situation 2000 mit 1,36 ng/m³ knapp oberhalb dieses Wertes (1000 m-Wert). Dieser Maximalwert ist jedoch ein lokaler Spitzenwert des Flughafenvorfeldes. In den nächstgelegenen Ortslagen wird bereits wieder die großräumige Hintergrundbelastung von ca. 0,65 bis 0,80 µg/m³ erreicht (1000 m-Wert).

Ruß

Gegenüber der großräumigen Hintergrundbelastung von 0,7 bis 1,5 µg/m³ treten erhöhte Ruß-Konzentrationen insbesondere entlang der Hauptstraßen sowie im Bereich der City von Frankfurt auf. Auf dem Flughafengelände werden Werte erreicht, die im Maximum bei 6,95 µg/m³ liegen (500 m-Raster). Der derzeit gültige Prüfwert der 23. BImSchV von 8 µg/m³ wird also im gesamten Untersuchungsraum in der Ist-Situation eingehalten. Der vom Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI) definierte Ziel- bzw. Orientierungswert für Dieseleruß von 1,5 µg/m³ (als 1 km²-Flächenmittel) wird jedoch großflächig in der Frankfurter City, im Umfeld des Flughafens sowie entlang der Autobahnen im Untersuchungsraum überschritten.

PM 10

Die im Gesamtschadstoffgutachten maximal modellierte Immissionskonzentration beträgt in der Ist-Situation 40,8 µg/m³ (500 m-Raster), die Hintergrundkonzentration liegt im Ballungsraum Untermain bei 27 bis 29 µg/m³ und in der Peripherie des Untersuchungsraums bei 26,5 bis 27,7 µg/m³ (1000 m-Raster). Damit würde im gesamten Untersuchungsraum der mögliche zukünftige EU-Grenzwert von 20 µg/m³ in der Ist-Situation deutlich überschritten.³⁴ Dies ent-

³³ Siehe Fußnote 31 auf S. C-363.

³⁴ Der herangezogene PM 10-Grenzwert der 2. Stufe von 20 µg/m³ ist gemäß EU-RL 1999/30/EG ein sog. Richtgrenzwert, der ausdrücklich dem Vorbehalt zukünftiger Erfahrungen in den Mitgliedstaaten unterliegt (siehe Fußnote 10 im Teil A.4.2.7).

spricht der derzeitigen Situation in gesamt Hessen. An keiner Messstation wird derzeit der zukünftige EU-Grenzwert von $20\mu\text{g}/\text{m}^3$ eingehalten.

Ozon

Aktuelle Messungen des HLFU haben an drei Messpunkten im Zeitraum 1997/1998 auf dem Flughafengelände die in Tab. C - 174 dargestellten Ozonkonzentrationen ergeben (HLFU 1999b).

Tab. C - 174: Ozonmessungen auf dem Flughafen Frankfurt Main – Überschreitungshäufigkeiten der Schwellenwerte der 22. BImSchV (nach HLFU 1999b)

Schwellenwert	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	II. Halbjahr 1997		I. Halbjahr 1998	
		Anzahl	Maximum [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Anzahl	Maximum [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Gesundheitsschutz (8h-Wert)	110	9	180	13	158
Vegetationsschutz (1h-Wert)	200	2	209	-	192
Vegetationsschutz (24h-Wert)	65	10	101	33	105
Unterrichtung der Bevölkerung (1h-Wert)	180	10	209	2	192
Auslösewert Warnsystem (1h-Wert)	360	-	209	-	192

Als Jahresmittelwert wurden im Mittel über alle drei Stationen $36\mu\text{g}/\text{m}^3$, als 98-Perzentil-Wert wurden $136\mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen (HLFU 1999b). Dies entspricht der Größenordnung der Messwerte an den umliegenden Stationen in Raunheim und Frankfurt. Hessenweit stellen die gemessenen Werte keine Besonderheit dar, sondern haben gegenüber emittententfernen Gebieten ein niedrigeres Niveau, da der hohe NO-Anteil in der Nähe der Emissionsquellen zu einem Abbau von Ozon beiträgt.

Als Produkt komplexer photochemischer Auf- und Abbauprozesse in der Atmosphäre lassen sich Ozonimmissionen in angemessener Genauigkeit nur mit hohem Aufwand modellieren. Für den Sekundärschadstoff Ozon wurden im Rahmen der Schadstoffgutachten daher keine Immissionsberechnungen durchgeführt. Im Rahmen eines im Auftrag des Umweltbundesamtes durchgeführten Forschungsvorhabens zur Entwicklung und Erprobung von Immissionsrechnungen in der Umgebung von Flughäfen wurden am Beispiel des Frankfurter Flughafens Ozonimmissionen modelliert (siehe JUNG 2000). In dieser Studie, die als Sensitivitätsstudie mit einem vergleichsweise groben Ausbreitungsmodell gearbeitet hat, konnten folgende Ergebnisse erzielt werden:

- Die Ozonkonzentration nimmt im direkten Flughafenbereich ab.
- Die Ausbreitung der Schadstofffahne vom Flughafen Frankfurt Main in ein emissionsseitig wenig belastetes Gebiet führt zunächst zu einer Abnahme der Ozonkonzentration und dann im weiteren Verlauf der Ausbreitung zu einem Ozonanstieg, wenn kein zusätzliches

NO in die Fahne emittiert wird. Dieser Effekt kann bis zu einer Quellentfernung von 80 – 100km beobachtet werden.

- Die Emission durch den Flugverkehr in die oberen Bereiche der Mischungsschicht und darüber bewirkt einen leichten Ozonanstieg.
- Unter Berücksichtigung einer gleichmäßigen mittleren Verteilung der Stickoxid-Hintergrundemissionen in einem Untersuchungsraum mit 150 * 150 km Ausdehnung ergibt sich nur ein leichter Ozonanstieg von ca. 0,4µg/m³ durch den Flughafen. Dieser Anstieg ist ausschließlich in den Morgenstunden festzustellen und verschwindet im Tagesverlauf aufgrund der einsetzenden Wechselwirkungen mit den Stickoxiden und der vertikalen turbulenten Durchmischung.

Die Studie hat damit im Ergebnis gezeigt, dass der Beitrag des Flughafens zur Ozonbildung als weniger relevant beurteilt werden kann.

Geruchsbelästigungen

Im Rahmen des Mediationsverfahrens wurden von der TÜV-ECOPLAN UMWELT GMBH Geruchsimmissionsmessungen gemäß der Geruchsimmissions-Richtlinie (LAI 1998) durchgeführt (siehe TÜV-ECOPLAN 2000). Die Geruchsimmissionsmessungen erfolgten insgesamt für zwei Messperioden zwischen dem 01.06.1999 und dem 31.05.2000. Als Beurteilungsflächen gelten jeweils Rasterquadrate mit 250m Kantenlänge, in deren Ecken jeweils ein Messpunkt liegt. Gemessen wird mit ausgewählten Probanden, die sich jeweils eine definierte Zeit an den Messpunkten aufhalten und die Geruchswahrnehmung protokollieren. Treten in mindestens 10% der Aufenthaltszeit Geruchsimmissionen auf, gilt das jeweilige Messintervall als Geruchsstunde. Insgesamt wurden als Messorte ein Standort auf dem Gelände des Flughafens, die Ortlagen Raunheim, Kelsterbach Neu-Isenburg und Walldorf sowie das Waldstadion Frankfurt ausgewählt. Die jeweiligen Messorte bestehen jeweils aus zwei Beurteilungsflächen mit jeweils 6 Messstellen, so dass insgesamt 36 Messstellen beprobt wurden.

Zur Beurteilung von Geruchsimmissionen wird die Geruchsimmissions-Richtlinie (LAI 1998) herangezogen, die für Wohngebiete 10% sog. „Geruchsstunden“ als Schwellenwert für erhebliche Belästigungen durch anlagenbezogene Gerüche vorsieht.

Das beschriebene Geruchsmessprogramm hat im Ergebnis ergeben, dass lediglich auf dem Flughafengelände selbst (43% bzw. 42 %) sowie in der Ortlage Kelsterbach (2,9 % - zweite Messperiode) überhaupt messbare Geruchsstunden auftreten. An allen anderen Orten wurde 0 % Geruchsstunden verzeichnet. Der Geruchsstundenanteil von 2,9% in Kelsterbach liegt jedoch deutlich unter dem Schwellenwert für Wohngebiete von 10 % Geruchsstundenhäufigkeit. Die wenigen Geruchseignisse sind dabei insbesondere auf startende amerikanische Militärmaschinen zurückzuführen (TÜV-ECOPLAN 2000). Insgesamt ist also festzustellen, dass dank moderner treibstoffsparender Triebwerke spezifische flughafenbedingte Geruchsimmissionen in der Umgebung des Flughafen Frankfurt Main insgesamt nicht als belästigend zu beurteilen sind.

8.1.3 Bewertung der Ist-Situation

8.1.3.1 Methode der Bewertung der Ist-Situation

Neben der Analyse der Immissionssituation für die genannten Luftschadstoffe, die bereits in Teil C.8.1.2.4 als Vorbelastung bzw. als Gesamtbelastung in der Ist-Situation 2000 beschrieben und bewertet wurde, lassen sich die im Untersuchungsraum vorhandenen Wälder als Bereiche ansprechen, die eine grundsätzlich bedeutsame lufthygienische Ausgleichsfunktion besitzen (siehe Teil C.8.1.2.1 und Teil C.8.1.2.2).

Die lufthygienische Ausgleichsfunktion von Waldflächen beruht insbesondere auf der großen inneren Oberfläche von Baumbeständen. Dabei spielen Trocken- und Naßdeposition, Sedimentation durch Windgeschwindigkeitserniedrigung und der pflanzliche Gasaustausch eine Rolle (siehe MARKS et al. 1993, S. 99; BASTIAN und SCHREIBER 1994). Die größte Wirksamkeit hat die lufthygienische Ausgleichsfunktion von Waldflächen bei partikelförmigen Immissionen im Nahbereich von Emittenten.

Grundsätzlich besteht eine Abhängigkeit der lufthygienischen Filterfunktion des Waldes von seiner Baumartenzusammensetzung. Durch ihre ganzjährige Benadelung und die größere Nadeloberfläche liegt die Interzeptionsdeposition von Nadelwäldern ca. 40-50% höher als bei Laubwäldern (RP DARMSTADT 1997, S. 54). Da der Wald im Untersuchungsraum jedoch überwiegend eine im Vergleich zum Betrachtungsmaßstab kleinräumig zwischen Laub- und Nadelholz wechselnde Baumartenzusammensetzung aufweist, wird dieses Kriterium vernachlässigt.

Eine fachliche Bewertung des Waldes als lufthygienischer Ausgleichsraum wurde bereits im Rahmen der durch die Landesforstverwaltung durchgeführten Waldfunktionskartierung, die mit Stand 12/2000 vorliegt, vorgenommen. Die Waldfunktionskartierung unterscheidet gemäß Kartieranleitung der ARBEITSGEMEINSCHAFT FORSTEINRICHTUNG (2. Aufl. 1982):

- regionalen Immissionsschutzwald der „Überlastungszone“ im Bereich „sehr hoher“ lufthygienischer Belastungen (= Immissionsschutzwald Stufe I)
- regionalen Immissionsschutzwald der „Belastungszone“ im Bereich „hoher bis mittlerer“ lufthygienischer Belastungen (= Immissionsschutzwald Stufe II)
- lokalen Immissionsschutzwald in unmittelbarer Nähe zu Emittenten bei Unterschreitung von Mindestabständen zwischen Emittent und Wohngebieten (= Immissionsschutzwald Stufe I).
- lokalen Immissionsschutzwald in unmittelbarer Nähe zu Emittenten bei Einhaltung von Mindestabständen zwischen Emittent und Wohngebieten (= Immissionsschutzwald Stufe II).

Gemäß hessischer Kartieranleitung (HESSISCHE FORSTEINRICHTUNGSANSTALT GIESSEN 1991, S. 63/64) wird Wald mit lokaler Immissionsschutzfunktion unter besonderer Berücksichtigung von Hauptwindrichtung und Relief in der Nähe von Emissionsquellen (Industrie, Tierzucht o.ä.) mit Abständen von 300m bis 2000m ausgewiesen. Die Stufe I wird zugewiesen, wenn innerhalb des genannten Abstandes Wohngebiete oder Wald mit Erholungsfunktion liegt. Wald mit regionaler Immissionsschutzfunktion (Stufe II) wird bei durch Messung oder Bioin-

dikation nachgewiesenen Überlagerungen von Emissionen in industriellen Ballungsgebieten ausgewiesen.

Die Waldfunktionskartierung berücksichtigt somit primär die Lage der Wälder zu bedeutenden Emittenten. Dabei wurden allerdings Privatwälder nicht berücksichtigt, so dass z.B. ein kleinerer Waldbereich nordöstl. des Tikona-Werkes im Kelsterbacher Wald nicht als Wald mit Immissionsschutzfunktion ausgewiesen ist, obwohl dieser Bereich keine andere Qualität im Hinblick auf die Immissionsschutzfunktion besitzt als der übrige Kelsterbacher Wald. Generell ist bei der Waldfunktionskartierung auch zu berücksichtigen, dass die Kartieranleitungen bereits Anfang der 70er Jahre entstanden sind (siehe ARBEITSGEMEINSCHAFT FORSTEINRICHTUNG 1974) und zu dieser Zeit eine deutlich höhere Staubbelastung vorlag, so dass dem Aspekt der Immissionsschutzfunktion von Wäldern eine höhere Bedeutung als heute beigemessen werden musste. Dennoch lässt sich die Ausweisung als Wald mit Immissionsschutzfunktion als Indiz für eine spezielle Bedeutung des Waldes als lufthygienischer Ausgleichsraum werten.

Neben der Unterscheidung von Wald mit Immissionsschutzfunktion gemäß Flächenschutzkarte und sonstigem Wald erfolgt im Rahmen der vorliegenden UVS keine weitere formale Bewertung der lufthygienischen Ausgleichsfunktion, da quantitative Informationen über die tatsächliche Filterleistung des Waldes und sein Beitrag zur lufthygienischen Situation im Umfeld des Frankfurter Flughafens nicht vorliegen.

8.1.3.2 Bewertungsergebnis

Eine formale und flächenscharfe Bewertung der Waldflächen im Untersuchungsraum hinsichtlich ihrer lufthygienischen Ausgleichsfunktion wird in der vorliegenden UVS nicht vorgenommen. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass die Wälder in der Umgebung des Flughafens aufgrund ihrer Lage im Ballungsraum und ihrer Nähe zu den stark befahrenen Autobahnen und dem Flughafen Frankfurt Main eine höhere lufthygienische Ausgleichsfunktion besitzen als die Wälder im Randbereich des Untersuchungsraumes. Dafür spricht auch die Ausweisung als Immissionsschutzwald. Die räumliche Lage der Waldflächen im Untersuchungsraum ist in Teil C.8.1.2.2 beschrieben und in Anlage C.8.1 kartographisch dargestellt.

8.1.4 Status-Quo-Prognose

Als maßgeblicher Bezugszeitpunkt für die Bewertung der lufthygienischen Auswirkungen des Flughafenausbaus wird im folgenden der Prognosezeitpunkt 2015 (Prognosenullfall ohne Vorhabensverwirklichung) betrachtet. Tab. C - 175 und Tab. C - 176 zeigen dazu den Vergleich der im Gesamtschadstoffgutachten ermittelten Gesamtschadstoffimmissionen in der Ist-Situation 2000 und im Prognosenullfall 2015.

Tab. C - 175: Kennwerte (Jahresmittelwerte und 98-Perzentil für NO₂) der Gesamtimmissionskonzentration gemäß Gesamtschadstoffgutachten für die Ist-Situation und den Prognosenullfall 2015 für das 1000 m-Raster (nach IVU 2001b)

		Ist-Situation (2000)*		Prognosenullfall (2015)*		Anteil Prognosenullfall (2015) an der Ist-Situation (2000)	
		Mittel	Max	Mittel	Max	Mittel	Max
NO_x	[µg/m ³]	66,8	195	49,2	130	73,4%	66,6%
NO₂	[µg/m ³]	34,8	62,8	28,4	52,1	81,6%	83,0%
NO₂₋₉₈	[µg/m ³]	74,8	125	56,2	103	75,1%	82,4%
SO₂	[µg/m ³]	6,68	15,6	6,14	14,1	91,9%	90,4%
CO	[µg/m ³]	488	705	446	588	91,4%	83,4%
Benzol	[µg/m ³]	1,33	2,88	1,01	1,91	75,9%	66,3%
B(a)P	[ng/m ³]	0,52	1,36	0,47	0,94	90,4%	69,1%
Ruß	[µg/m ³]	1,25	4,47	0,80	1,60	64,0%	35,8%
PM 10	[µg/m ³]	27,8	35,0	27,0	28,6	97,1%	81,7%

* Mittelwert über alle 1000 m-Rasterzellen und Maximalwert im größeren Untersuchungsraum des Gesamtschadstoffgutachtens (40*40 km) nach IVU 2001b.

Tab. C - 176: Kennwerte (Jahresmittelwerte) der Gesamtimmissionskonzentration gemäß Gesamtschadstoffgutachten für das 500 m-Raster (nach IVU 2001b)

		Ist-Situation (2000)*		Prognosenullfall (2015)*		Anteil Prognosenullfall (2015) an der Ist-Situation (2000)	
		Mittel	Max	Mittel	Max	Mittel*	Max
NO_x	[µg/m ³]	85,3	256	60,0	141	70,3%	55,1%
NO₂	[µg/m ³]	40,6	69,6	32,5	54,3	80,0%	78,0%
SO₂	[µg/m ³]	7,48	17,5	6,72	15,6	89,8%	89,1%
CO	[µg/m ³]	522	707	468	593	89,7%	83,9%
Benzol	[µg/m ³]	1,56	3,41	1,12	2,44	71,8%	71,6%
B(a)P	[ng/m ³]	0,60	2,08	0,51	1,31	85,0%	63,0%
Ruß	[µg/m ³]	1,62	6,95	0,91	2,01	56,2%	29,0%
PM 10	[µg/m ³]	28,5	40,8	27,2	29,6	95,4%	72,5%

*) Mittelwert über alle 500 m-Rasterzellen und Maximalwert im kleineren Untersuchungsraum des Gesamtschadstoffgutachtens (14*14 km).

Die Tabellen zeigen für die Ist-Situation 2000 und für den Prognosenullfall den jeweiligen Immissionskonzentrationswert in der maximal belasteten Rasterzelle (Max) und den jeweiligen Mittelwert (Mittel) der Immissionskonzentrationen über alle Rasterzellen des Betrachtungsraums des Gesamtschadstoffgutachtens (siehe IVU 2001b). Die Zahlen zeigen, dass trotz einer zu erwartenden Zunahme der Flugbewegungen und des Verkehrsaufkommens die Gesamtimmissionen im Prognosenullfall gegenüber der Ist-Situation 2000 für alle be-

trachteten Schadstoffe und Kennwerte abnehmen. Die Immissionskonzentrationen im Planungsnullfall betragen im 1000 m-Raster für den Mittelwert zwischen 64% und 97% der Ist-Situation und für den Maximalwert zwischen 35% und 90%. Im 500 m-Raster beträgt der Prozentanteil des Prognosenullfalls 2015 gegenüber der Ist-Situation 2000 im Mittelwert zwischen 56% und 95% und im Maximalwert zwischen 29% und 89%. Dieser abnehmende Trend gilt ohne die Berücksichtigung möglicher Fortschritte in der Flugzeugtriebwerkstechnik (siehe IJB 2001a).

Der Abnahme der Immissionskonzentrationen im Prognosenullfall steht eine vergleichsweise geringe Zunahme der Immissionskonzentrationen in den drei Planungsfällen ausgehend vom Prognosenullfall gegenüber, so dass auch in den drei Planungsfällen alle Schadstoffkonzentrationswerte sowohl im Maximum als auch im Mittel über den gesamten Untersuchungsraum des Gesamtschadstoffgutachtens geringer sind als in der Ist-Situation 2000 (siehe Teil C.8.2.3.2).

Betrachtet man die Ergebnisse der einzelnen, auf die relevanten Quellengruppen bezogenen Schadstoffgutachten, so ergibt sich ein differenziertes Bild. Es zeigt sich, dass eine deutlichen Abnahme der Emissionen von der Ist-Situation zum Prognosenullfall bei den Kfz-verkehrsdominierten Quellengruppen auftritt. Diese Entwicklung findet bei gleichzeitiger Zunahme des Gesamtverkehrsaufkommens statt und ist durch die zu erwartende Optimierung der Motortechnik zu erklären. Beim Flugverkehr ist der Trend entgegengesetzt. Dort ist bei zunehmender Anzahl der Flugbewegungen von der Ist-Situation zum Prognosenullfall auch mit einer Zunahme der Emissionen und damit auch der Immissionen zu rechnen.

8.2 Auswirkungsprognose und -bewertung

8.2.1 Übersicht über die Auswirkungskategorien

Im Rahmen der Auswirkungsprognose und -bewertung werden die in Tab. C - 177 dargestellten Auswirkungskategorien betrachtet.

Tab. C - 177: Auswirkungskategorien und Prognosemethoden

Auswirkungskategorie	Prognosemethode	Bilanzgröße
anlagebedingt		
Verlust / Funktionsbeeinträchtigung von Waldflächen mit lufthygienischer Ausgleichsfunktion durch Flächeninanspruchnahme / Holzeinschlag / Waldumbau	Verlust-/Beeinträchtigungsflächenbetrachtung	Fläche

Auswirkungskategorie	Prognosemethode	Bilanzgröße
betriebsbedingt		
Beeinträchtigung der Luftqualität durch Schadstoffemissionen, hervorgerufen durch Flugverkehr, Kfz-Verkehr und Stationärquellen vorfeldseitig und flughafeninduzierten Kfz-Verkehr im Umfeld	flächendeckende Modellrechnung zur Immissionsprognose (Schadstoffgutachten) und Summenbildung an ausgewählten Immissionsorten	Maximale Schadstoffkonzentration

Eine erhebliche Zunahme von Geruchsbelästigungen in Siedlungsbereichen durch den Flughafenausbau kann im Rahmen der UVS ausgeschlossen werden. Bereits in der Ist-Situation wurden im Rahmen eines Geruchsmessprogramms des TÜV Süddeutschland (TÜV ECOPLAN 1999) überwiegend keine relevanten Gerüche in den den Flughafen Frankfurt Main umgebenden Ortschaften festgestellt. Vielmehr konnten lediglich in Kelsterbach Geruchsstundenhäufigkeiten von 2,9% festgestellt werden. Dieser Wert liegt deutlich unterhalb von 50% des 10%-Schwellenwertes für erhebliche Belästigungen aus der Geruchsimmissions-Richtlinie. Da diese seltenen Geruchswahrnehmungen nach Aussage des TÜV Süddeutschland insbesondere auf startende amerikanische Militärmaschinen zurückzuführen sind und dieser Flugverkehr in der Zukunft am Frankfurter Flughafen Frankfurt Main an Bedeutung verlieren wird bzw. völlig eingestellt wird, ist nicht mit einer Zunahme an Geruchsbelästigungen zu rechnen.

Es wird davon ausgegangen, dass eine über den anlagebedingten Verlust hinausgehende erhebliche zusätzliche Flächeninanspruchnahme durch den Baubetrieb nicht notwendig wird. Zusätzliche vorübergehende baubedingte Schadstoff- und Staubemissionen können zum jetzigen Zeitpunkt nicht prognostiziert werden und werden daher im folgenden nicht betrachtet. Es wird davon ausgegangen, dass diese Wirkungen keine raumordnerisch erheblichen Variantenunterschiede verursachen.

8.2.2 Verlust / Funktionsbeeinträchtigung von Waldflächen mit lufthygienischer Ausgleichsfunktion durch Flächeninanspruchnahme / Waldrodung / Waldumbau

8.2.2.1 Methode der Auswirkungsprognose und -bewertung

Waldflächen mit lufthygienischer Ausgleichsfunktion werden anlagebedingt durch Flächeninanspruchnahme sowie durch zusätzliche Waldrodung oder Waldumbau im Höhenbeschränkungsbereichs bis <30m Höhenbeschränkung in Anspruch genommen.

Eine direkte Flächeninanspruchnahme findet infolge des geplanten Flughafenausbau in folgenden Bereichen statt:

- Start- und Landebahn / Landebahnbereich (inkl. Randzone),
- Variantenunabhängige Betriebsflächen und Einrichtungen,
- Zusammenhangsmaßnahmen.

In diesen Bereichen, in denen eine dauerhafte Rodung der dort vorhandenen Waldbeständen stattfindet, wird im Rahmen der Auswirkungsprognose von einem Verlust der lufthygienischen Ausgleichsfunktion des Waldes ausgegangen.

Über diese Zonen der direkten Flächeninanspruchnahme hinaus wird es nötig werden, infolge des geplanten Neubaus aufgrund der Anforderungen an die Hindernisfreiheit weitere Waldbestände im unmittelbaren Umfeld der Randzone der geplanten Bahnen vorübergehend zu roden bzw. nachhaltig umzubauen. Die vorübergehend zu rodenden bzw. umzubauenden Waldflächen umfassen diejenigen Bereiche außerhalb der Randzone, in denen die derzeitigen Waldbestände über die Hindernisbegrenzungsfläche, die bis max. 30m Höhe betrachtet wird, hinausragen (siehe Teil B.5.1). Da auf diesen Flächen ein höhenbegrenzter Wald erhalten bleibt bzw. nach Rodung direkt neu angelegt werden kann, wird im Rahmen der Auswirkungsprognose von einer geringen Funktionsbeeinträchtigung der lufthygienischen Ausgleichsfunktion des Waldes durch Holzeinschlag / Waldumbau ausgegangen.

Im Bereich derjenigen Waldflächen außerhalb der Zone der direkten Flächeninanspruchnahme und innerhalb der Höhenbegrenzung von <30m, die aktuell noch nicht die Höhenbegrenzung von 15-30m überschritten haben, wird langfristig ebenfalls von einer geringen Funktionsbeeinträchtigung der lufthygienischen Ausgleichsfunktion ausgegangen, da auf diesen Flächen langfristige, den Bestand schonende Waldumbaumaßnahmen geplant werden können, die keine erhebliche Reduktion der Filterfunktion der Baumkronen nach sich zieht.

Eine erhebliche Beeinträchtigung der lufthygienischen Ausgleichsfunktion von Waldflächen im Randbereich von Waldanschnitten wird im Rahmen der UVS nicht angenommen. Etwaige Randeffekte durch Waldanschnitt und damit einhergehende bestandsklimatische Veränderungen durch eine stärkere Einstrahlung und Windexposition wirken sich im Wesentlichen auf die ökologischen Bedingungen des Waldbodens als Lebensraum für Tiere und Pflanzen aus. Veränderungen in der Baumschicht, die den wesentlichen Beitrag zur lufthygienischen Ausgleichsfunktion des Waldes leistet, werden nur in Ausnahmefällen eintreten und als geringe Beeinträchtigung der lufthygienischen Ausgleichsfunktion eingestuft. Dabei wird davon ausgegangen, dass an den durch den Flughafenausbau entstehenden Waldanschnitten zeitnah ein funktionsgerechter Waldsaum aufgebaut wird, so dass negative Effekte auf die Baumschicht der angrenzenden Bestände minimiert werden können. Entsprechend sind aufgrund von Waldanschnitteffekten keine raumordnerisch relevanten Umweltauswirkungen zu erwarten.

Zusammenfassend ergeben sich damit die in Tab. C - 178 dargestellten anlagebedingten Verluste bzw. Funktionsbeeinträchtigungen der lufthygienischen Ausgleichsfunktion von Waldflächen.

Tab. C - 178: Prognoserahmen für anlagebedingte Verluste / Funktionsbeeinträchtigungen

Wirkzone	Auswirkung
direkte Flächeninanspruchnahme innerhalb Baumgriff in Waldbereichen	dauerhafte Rodung der Waldbestände → Verlust der lufthygienischen Ausgleichsfunktion des Waldes
dauerhafte Rodung im Bereich der Randzone außerhalb Baumgriff	dauerhafte Rodung der Waldbestände → Verlust der lufthygienischen Ausgleichsfunktion des Waldes
Flächeninanspruchnahme durch Zusammenhangsmaßnahmen in Waldbereichen	dauerhafte Rodung der Waldbestände → Verlust der lufthygienischen Ausgleichsfunktion des Waldes
Holzeinschlag / Waldumbau in Beständen, die aktuell die Hindernisbegrenzung überschreiten	vorübergehende Rodung / Umbau der Waldbestände → geringe Funktionsbeeinträchtigung der lufthygienischen Ausgleichsfunktion des Waldes
Waldumbau in Beständen, die aktuell noch nicht die Hindernisbegrenzung überschreiten	langfristiger Umbau der Waldbestände → geringe Funktionsbeeinträchtigung der lufthygienischen Ausgleichsfunktion des Waldes

Die Bewertung der anlagebedingten Verluste / Beeinträchtigungen der lufthygienischen Ausgleichsfunktion erfolgt durch eine Verknüpfung der im Rahmen der Raumanalyse dargestellten Bedeutung der lufthygienischen Ausgleichsfunktion mit dem prognostizierten Funktionsverlust bzw. der Funktionsbeeinträchtigung.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass der lufthygienischen Ausgleichsfunktion im Ballungsraum Unterrhein und insbesondere im unmittelbaren Umfeld des Frankfurter Flughafens eine größere Bedeutung als außerhalb von Ballungsräumen zukommt. Auf der anderen Seite ist die Filterleistung von Vegetationsbeständen fast ausschließlich auf partikelförmigen Immissionen beschränkt. Der Beitrag der Filterleistung des Waldes zur Reduktion von gasförmigen Immissionen, die in der Umgebung des Flughafens eine mindestens ebenso große Rolle spielen wie die partikelförmigen Immissionen, ist gegenüber dem Verdünnungseffekt durch Luftbewegung und räumliche Verteilung von Emissionen vergleichsweise gering.

Im Ergebnis ergeben sich die in Tab. C - 179 dargestellten Bewertungsstufen.

Tab. C - 179: Bewertungsrahmen für Verluste / Funktionsbeeinträchtigungen von Waldflächen mit lufthygienischer Ausgleichsfunktion durch Flächeninanspruchnahme / Holzeinschlag / Waldumbau

Wertstufe	Bezeichnung	Kriteriumsausprägung	Erläuterung
A	Bereich starker Umweltauswirkungen	--	--
B	Bereich deutlicher Umweltauswirkungen	Verlust von Wald mit Immissionsschutzfunktion gemäß Flächenschutzkarte und sonstigem Wald im Umfeld des Flughafens	Die Immissionsschutzfunktion des Waldes im Ballungsraum Rhein-Main ist im Landschaftsrahmenplan und im forstlichen Rahmenplan explizit geschützt.
C	Bereich mäßiger Umweltauswirkungen	--	--
R E L E V A N Z S C H W E L L E			
D	Bereich unerheblicher Umweltauswirkungen	mäßige bis geringe Funktionsbeeinträchtigung der Waldflächen (Wald mit Immissionsschutzfunktion gemäß Flächenschutzkarte und sonstiger Wald)	Der vorübergehende Holzeinschlag bzw. der Waldumbau bewirken nur einen zeitlich befristeten starken Eingriff - die Höhenbeschränkung bewirkt auf Dauer nur eine geringe Funktionsbeeinträchtigung.

8.2.2.2 Prognose der Auswirkungen

Gemäß der beschriebenen Methodik ergeben sich Funktionsverluste durch Waldrodungen im Bereich der Flächeninanspruchnahme durch die verschiedenen Ausbauvarianten für die Start- und Landebahn bzw. Landebahn, durch die variantenunabhängigen Betriebsflächen und Einrichtungen im Erweiterungsbereich Süd sowie durch die teilweise variantenabhängigen und variantenunabhängigen Zusammenhangsmaßnahmen. Funktionsbeeinträchtigungen mit mäßiger Intensität ergeben sich darüber hinaus im Bereich der Waldrodung bzw. des Waldumbaus innerhalb der Hindernisbegrenzungsflächen, in denen der Wald aktuell über die Hindernisbegrenzung hinausragt.

In der folgenden Tab. C - 180 ist jeweils die Summe der Funktionsverluste bzw. Funktionsbeeinträchtigungen für die gesamte jeweilige Vorhabensvariante (Start- und Landebahn bzw. Landebahn / Ausbaubereich Süd / Zusammenhangsmaßnahmen) aufgeführt.

Tab. C - 180: Prognoseergebnisse für Verluste / Funktionsbeeinträchtigungen von Waldflächen mit lufthygienischer Ausgleichsfunktion durch Flächeninanspruchnahme / Holzeinschlag / Waldumbau

	Variante Nordwest	Variante Nordost	Variante Süd
Verlust von Waldflächen mit lufthygienischer Ausgleichsfunktion durch Flächeninanspruchnahme			
Typ	Verlustfläche in ha		
Wald mit Immissionsschutzfunktion Stufe I/II	261	320	382
sonstiger Wald	78	73	25
Funktionsbeeinträchtigung von Waldflächen mit lufthygienischer Ausgleichsfunktion durch Holzeinschlag / Waldumbau			
Typ	mäßig funktionsbeeinträchtigte Fläche in ha		
Wald mit Immissionsschutzfunktion Stufe I/II	21	39	34
sonstiger Wald	9	22	53

Sowohl der variantenunabhängigen Erweiterungsbereich als auch die verschiedenen Bahnvarianten liegen sowohl hinsichtlich der Verlustflächen als auch der beeinträchtigten Flächen überwiegend im Bereich eines Waldes mit Immissionsschutzfunktion nach hessischer Waldfunktionskartierung der Stufe I. Lediglich kleinere Bereiche im Westen der Nordwestvariante, im Norden der Nordostvariante und im Osten der Südvariante liegen in Waldflächen, die nicht als Immissionsschutzwald nach der Waldfunktionskartierung ausgewiesen sind. Insgesamt nimmt die Südvariante die größte und die Nordwestvariante die geringste Waldfläche mit lufthygienischer Ausgleichsfunktion in Anspruch. Diese Reihenfolge gilt flächenmäßig auch für die Bereiche mit mäßiger Funktionsbeeinträchtigung durch vorübergehende Waldrodung / Waldumbau.

8.2.2.3 Bewertung der Auswirkungen

Gemäß der beschriebenen Bewertungsmethodik lassen sich die verschiedenen im Rahmen der Prognose bilanzierten Flächenkategorien – Funktionsverlust und Funktionsbeeinträchtigung – in die Wertstufen der Standard-Bewertungsskala überführen. Im Ergebnis ergeben sich die in Tab. C - 181 dargestellten Bewertungsergebnisse. Die prognostizierte mäßige Funktionsbeeinträchtigung der lufthygienischen Ausgleichsfunktion von Waldflächen ist nicht dargestellt, da sie aus raumordnerischer Sicht als unerhebliche Umweltauswirkung eingestuft wird (Wertstufe D).

Tab. C - 181: Bewertungsergebnisse für Verluste / Funktionsbeeinträchtigungen von Waldflächen mit lufthygienischer Ausgleichsfunktion durch Flächeninanspruchnahme

	Variante Nordwest	Variante Nordost	Variante Süd
Verlust von Waldflächen mit lufthygienischer Ausgleichsfunktion durch Flächeninanspruchnahme			
Wertstufe der Auswirkung	Verlustfläche in ha		
Wertstufe A	--	--	--
Wertstufe B	339	393	407
Wertstufe C	--	--	--

Die Bewertung dieser Auswirkungskategorien lässt sich unabhängig von Lagebeziehungen allein anhand der Flächengrößen durchführen. Die Zahlen zeigen, dass Variante Nordwest die Variante mit der insgesamt geringsten Inanspruchnahme von Wäldern mit lufthygienischer Ausgleichsfunktion ist.

8.2.3 Beeinträchtigung der Luftqualität durch Schadstoffimmissionen

8.2.3.1 Methode der Auswirkungsprognose und -bewertung

Wesentliche Grundlage der Auswirkungsprognose und -bewertung für Umweltauswirkungen durch Schadstoffimmissionen sind die in den Schadstoffgutachten berechneten Immissionskonzentrationen für den Prognosenullfall 2015 und die drei Planungsfälle 2015. Ein Hauptaugenmerk liegt dabei in der UVS auf den Ergebnissen des Gesamtschadstoffgutachtens. Darin werden Immissionsbeiträge des Flughafens und der übrigen modellierten regionalen Quellengruppen sowie die nicht durch den Flughafen Frankfurt Main verursachte Hintergrundbelastung durch Ferntransport aufaddiert.

Im Rahmen der Auswirkungsprognose werden die Ergebnisse der Immissionsprognose der Schadstoffgutachten für alle betrachteten Schadstoffe dargestellt. Da eine detaillierte Betrachtung der Einzelbelastungen in der Fläche nur in Verbindung mit den zur Verfügung stehenden Bewertungsmaßstäben zielgerichtet möglich ist, wird die eigentliche, detaillierte Ergebnisdarstellung im Rahmen des Bewertungsschrittes durchgeführt.

Die Bewertung der Luftschadstoffimmissionen erfolgt in erster Linie anhand der jetzt gültigen bzw. – soweit vorhanden – der aufgrund von EU-Richtlinien in 2015 gültigen Grenzwerte. Die neuen EU-Grenzwerte legen im Vergleich zur derzeit maßgeblichen TA Luft ein deutlich niedrigeres Schadstoffkonzentrationsniveau fest. Die festgelegten Werte liegen auf dem vorsorgeorientierten Niveau der WHO-Air-Quality-Guidelines von 1987. Liegen keine derartigen Grenzwerte vor, werden alternativ fachlich anerkannte nicht-hoheitliche Bewertungsmaßstäbe (z.B. LAI-Werte) herangezogen. Der Bewertungsansatz berücksichtigt zum einen die im Gesamtschadstoffgutachten prognostizierte Gesamtbelastung der betrachteten Schadstoffe im jeweiligen Planfall und zum anderen die prognostizierte Belastungszunahme der jeweiligen Schadstoffe durch den geplanten Flughafenausbau, die sich aus der Differenz zwischen

Planungsfällen und Prognosenullfall ergibt. Die Skalierung der Gesamtbelastung und der Belastungszunahme orientiert sich am jeweils herangezogenen Grenzwert bzw. Zielwert. Für die Gesamtbelastung werden folgende Klassen definiert:

- Erreichung oder Überschreitung des jeweiligen Grenzwertes / Zielwertes,
- Erreichung oder Überschreitung von 75% des jeweiligen Grenzwertes / Zielwertes,
- Erreichung oder Überschreitung von 50% des jeweiligen Grenzwertes / Zielwertes,
- Unterschreitung von 50% des jeweiligen Grenzwertes / Zielwertes.

Im Gegensatz zu Zielwerten markieren Grenzwerte die Schwelle rechtlich nicht zulässiger Schadstoffkonzentrationen. Die 75%-Schwelle wurde für die Bewertung definiert, da Extreme zwischen austauschgünstigen und austauschungünstigen Jahren die Höhe der Jahresmittelwerte bis zu diesem Prozentsatz erreichen können. Die 50%-Schwelle wurde darüber hinaus definiert, um einen weitergehenden Vorsorgebereich abzugrenzen.

Die Skalierung der Belastungszunahme erfolgt in Anlehnung an das Relevanzkriterium der TA Luft (1%) sowie an KÜHLING und PETERS 1994, die für die Bewertung von Umweltauswirkungen u.a. eine 10%-Schwelle definieren. Um eine weitergehende Differenzierung zu erreichen, wurde zusätzlich die 5%-Schwelle festgelegt. Insgesamt werden für die Belastungszunahme damit folgende Klassen definiert:

- Erreichung oder Überschreitung von 10% des jeweiligen Grenzwertes / Zielwertes,
- Erreichung oder Überschreitung von 5% des jeweiligen Grenzwertes / Zielwertes,
- Erreichung oder Überschreitung von 1% des jeweiligen Grenzwertes / Zielwertes,
- Unterschreitung von 1% des jeweiligen Grenzwertes / Zielwertes.

Im Ergebnis erfolgt die Einordnung in die jeweilige Wertstufe nach dem in Tab. C - 182 dargestellten Bewertungsrahmen:

Tab. C - 182: Bewertungsrahmen für die Beeinträchtigung der Luftqualität durch Schadstoffimmissionen

Wertstufe	Bezeichnung	Kriteriumsausprägung*	Erläuterung*
A	Bereich starker Umweltauswirkungen	Gesamtbelastung \geq Grenzwert / Zielwert und Belastungszunahme $>1\%$ des Grenzwertes	Nicht zulässige Überschreitungen von EU-Grenzwerten. Eine Belastungszunahme von $>1\%$ des Grenzwertes entspricht dem Irrelevanzkriterium der TA Luft (Pkt. 2.2.1.1b)
B	Bereich deutlicher Umweltauswirkungen	Gesamtbelastung 75- $<100\%$ des Grenzwertes / Zielwertes und Belastungszunahme $>5\%$ des Grenzwertes	Abweichungen von maximal $\pm 25\%$ der berechneten Schadstoffimmissionen sind aufgrund meteorologischer Schwankungen nicht ausgeschlossen
C	Bereich mäßiger Umweltauswirkungen	Gesamtbelastung 50- $<75\%$ des Grenzwertes / Zielwertes und Belastungszunahme $\geq 10\%$ des Grenzwertes	Gemäß dem Vermeidungsprinzip, das auch unterhalb von Grenzwerten gilt, sind größere Belastungszunahmen auch dann erheblich, wenn der Grenzwert nicht erreicht wird.
R E L E V A N Z S C H W E L L E			
D	Bereich unerheblicher Umweltauswirkungen	Belastungszunahme $<1\%$ des Grenzwertes / Zielwertes oder Gesamtbelastung 75- $<100\%$ des Grenzwertes / Zielwertes und Belastungszunahme $<5\%$ des Grenzwertes oder Gesamtbelastung 50- $<75\%$ des Grenzwertes / Zielwertes und Belastungszunahme $<10\%$ des Grenzwertes oder Gesamtbelastung $<50\%$ des Grenzwertes	Die Grenzwerte der neuen EU-Luftqualitätsrichtlinien sind vorsorgeorientiert ausgerichtet, so dass Schadstoffkonzentrationen, die deutlich unterhalb der Grenzwerte liegen, als nicht mehr erheblich anzusehen sind.

* Das Bewertungsschema wird auf Jahresmittelwerte angewendet. Als Belastungszunahme wird die Differenz der im Gesamtschadstoffgutachten ermittelten Schadstoffkonzentrationen zwischen Prognosenullfall 2015 und Planungsfall 2015 betrachtet. Als Grenzwerte werden soweit vorhanden die jeweils in 2015 voraussichtlich gültigen Grenzwerte nach den neuen EG-Luftqualitätsrichtlinien herangezogen. Liegen für einzelne Stoffe derartige Grenzwerte nicht vor, werden analog die derzeitigen Grenzwerte oder vorsorgeorientierte Zielwerte herangezogen.

Das Prinzip des Bewertungsrahmens wird in Tab. C - 183 noch einmal als Verknüpfungsmatrix dargestellt.

Tab. C - 183: Verknüpfungsmatrix für die Bewertung von Schadstoffimmissionen

Gesamtbelastung*	Belastungszunahme**			
	<1%	1 - <5%	5 – <10%	≥ 10%
≥ 100%	Wertstufe D	Wertstufe A	Wertstufe A	Wertstufe A
75 - <100%	Wertstufe D	Wertstufe D	Wertstufe B	Wertstufe B
50 - <75%	Wertstufe D	Wertstufe D	Wertstufe D	Wertstufe C
<50%	Wertstufe D	Wertstufe D	Wertstufe D	Wertstufe D

*) Gesamtimmisionsbelastung im Planungsfall gemäß Gesamtschadstoffgutachten [% vom Grenzwert / Zielwert]

**) Differenz aus Planungsfall und Prognosenullfall der Immissionsbelastungen gemäß Gesamtschadstoffgutachten [% vom Grenzwert / Zielwert]

Wie in dem Verknüpfungsschema erkennbar ist, wird die Höhe der Gesamtbelastung als Hauptkriterium für die Ableitung der Wertstufen herangezogen. In jeder Klasse der Gesamtbelastung wird ergänzend ein spezifischer Schwellenwert für die Belastungszunahme angelegt, ab der eine relevante Umweltauswirkung infolge des Flughafenausbaus angenommen wird. Diese Schwelle liegt bei gleichzeitiger Grenzwertüberschreitung gemäß dem Bewertungsansatz der TA Luft sehr niedrig (1%) und steigt mit absinkender Gesamtbelastung auf 10% an. Dabei wird davon ausgegangen, dass eine bestimmte Belastungszunahme umso kritischer ist, je höher resultierende Gesamtbelastung ist. Schadstoffgesamtbelastungen unter 50% des jeweiligen Grenz- oder Zielwertes werden generell als irrelevant für die Bewertung der Umweltauswirkungen durch Schadstoffimmissionen angesehen und fallen damit in die Wertstufe D.

Eine flächenhafte Bilanzierung von Zonen mit Überschreitung von Bewertungsschwellen wird nicht vorgenommen. Vielmehr werden die räumlichen Bereiche in den Auswirkungskarten dargestellt (siehe Anlage C.8.2, C.8.3 und C.8.4) und ihr räumlicher Umgriff verbal beschrieben. Dabei wird die Betroffenheit von Siedlungsbereichen als erheblicher eingeschätzt als die Betroffenheit anderer Freiflächen.

Die bisher beschriebene Bewertungsmethodik bezieht sich auf Jahresmittelwerte. Die Kurzzeitkennwerte werden, soweit vorhanden, nicht nach dem genannten Schema bewertet, sondern einzelfallbezogen im Hinblick auf eine Überschreitung vorhandener Grenzwerte (v.a. nach EU-Richtlinien oder TA Luft) dargestellt.

8.2.3.2 Prognose der Auswirkungen

Eine detaillierte kartographische Darstellung der Schadstoffkonzentrationen über den gesamten Untersuchungsraum enthalten die einzelnen Schadstoffgutachten (siehe IJB 2001a; HEUSCH BOESEFELDT 2001; IVU 2001a,b). Gemäß Gesamtschadstoffgutachten ergeben sich die in Tab. C - 184 für das 1000 m-Raster und in Tab. C - 185 für das 500 m-Raster dargestellten maximalen und mittleren Schadstoffkonzentrationen im jeweiligen

stellten maximalen und mittleren Schadstoffkonzentrationen im jeweiligen Untersuchungsraum (40*40km im 1000 m-Raster und 14*14km im 500 m-Raster).

Tab. C - 184: Kennwerte (Jahresmittelwerte und 98-Perzentil für NO₂) der Gesamtimmisionskonzentration gemäß Gesamtschadstoffgutachten für das 1000 m-Raster (nach IVU 2001b)

		Ist-Situation (2000)*		Prognose-nullfall (2015)*		Planungsfall Nordwest (2015)*		Planungsfall Nordost (2015)*		Planungsfall Süd (2015)*	
		Mittel	Max	Mittel	Max	Mittel	Max	Mittel	Max	Mittel	Max
NO_x	[µg/m ³]	66,8	195	49,2	130	49,9	125	49,9	125	50,0	131
NO₂	[µg/m ³]	34,8	62,8	28,4	52,1	28,6	51,1	28,6	51,2	28,6	52,3
NO₂-98	[µg/m ³]	74,8	125	56,2	103	57,5	102	57,5	101	57,7	104
SO₂	[µg/m ³]	6,68	15,6	6,14	14,1	6,18	12,5	6,18	12,6	6,20	13,0
CO	[µg/m ³]	488	705	446	588	447	589	447	589	447	589
Benzol	[µg/m ³]	1,33	2,88	1,01	1,91	1,02	2,03	1,02	2,03	1,02	2,03
B(a)P	[ng/m ³]	0,52	1,36	0,47	0,94	0,48	0,95	0,48	0,96	0,48	0,96
Ruß	[µg/m ³]	1,25	4,47	0,80	1,60	0,81	1,58	0,81	1,58	0,81	1,59
PM 10	[µg/m ³]	27,8	35,0	27,0	28,6	27,0	28,6	27,0	28,6	27,0	28,6

*) Mittelwert über alle 1000 m-Rasterzellen und Maximalwert im großen Untersuchungsraum des Gesamtschadstoffgutachtens (40*40 km) nach IVU 2001b.

Tab. C - 185: Kennwerte (Jahresmittelwerte) der Gesamtimmisionskonzentration gemäß Gesamtschadstoffgutachten für das 500 m-Raster (nach IVU 2001b)

		Ist-Situation (2000)*		Prognose-nullfall (2015)*		Planungsfall Nordwest (2015)*		Planungsfall Nordost (2015)*		Planungsfall Süd (2015)*	
		Mittel	Max	Mittel	Max	Mittel	Max	Mittel	Max	Mittel	Max
NO_x	[µg/m ³]	85,3	256	60,0	141	62,7	165	62,7	165	63,1	140
NO₂	[µg/m ³]	40,6	69,6	32,5	54,3	33,5	58,5	33,5	58,4	33,6	54,2
SO₂	[µg/m ³]	7,48	17,5	6,72	15,6	6,92	13,9	6,93	14,0	6,99	14,8
CO	[µg/m ³]	522	707	468	593	470	576	470	576	471	581
Benzol	[µg/m ³]	1,56	3,41	1,12	2,44	1,14	2,73	1,14	2,73	1,14	2,73
B(a)P	[ng/m ³]	0,60	2,08	0,51	1,31	0,52	1,33	0,52	1,33	0,52	1,33
Ruß	[µg/m ³]	1,62	6,95	0,91	2,01	0,93	2,01	0,93	2,01	0,93	2,01
PM 10	[µg/m ³]	28,5	40,8	27,2	29,6	27,2	29,6	27,2	29,6	27,2	29,6

*) Mittelwert über alle 500 m-Rasterzellen und Maximalwert im kleinen Untersuchungsraum des Gesamtschadstoffgutachtens (14*14 km) nach IVU 2001b.

Die Tabellen zeigen – um einen Gesamtüberblick zu geben - für alle fünf relevanten Fälle – Ist-Situation 2000, Prognose-nullfall 2015, drei Planungsfälle 2015 – den jeweiligen Immissionskonzentrationswert in der maximal belasteten Rasterzelle (Max) und den jeweiligen Mittelwert (Mittel) der Immissionskonzentrationen über alle Rasterzellen des jeweiligen Betrachtungs-

tungsraums des Gesamtschadstoffgutachtens (siehe IVU 2001b). Die Zahlen zeigen, dass trotz einer zu erwartenden Zunahme der Flugbewegungen und des Verkehrsaufkommens die Gesamtimmissionen im Prognosenullfall gegenüber der Ist-Situation für alle betrachteten Schadstoffe und Kenngrößen deutlich abnehmen (siehe auch Teil C.8.1.4). Dem steht eine vergleichsweise geringe Zunahme der Immissionskonzentrationen in den drei Planungsfällen bezogen auf den Prognosenullfall gegenüber, so dass auch in den drei Planungsfällen alle Schadstoffkonzentrationswerte sowohl im Maximum als auch im Mittel über den gesamten Untersuchungsraum des Gesamtschadstoffgutachtens geringer sind als in der Ist-Situation.

Betrachtet man die Ergebnisse der einzelnen, auf die relevanten Quellengruppen bezogenen Schadstoffgutachten, so ergibt sich ein differenziertes Bild. In Tab. C - 186 sind die Ergebnisse bezogen auf die Emissionen zusammenfassend für alle Schadstoffgruppen dargestellt.

Tab. C - 186: Entwicklungstrends der Schadstoffemissionen differenziert nach den verschiedenen Quellengruppen (Angaben gemäß IJB / IVU / HEUSCH BOESEFELDT)

	Entwicklung vom Ist-Situation (2000) zum Prognosenullfall (2015)	Entwicklung vom Prognosenullfall (2015) zu den Planungsfällen (2015)	Entwicklung von der Ist-Situation (2000) zu den Planungsfällen (2015)
Kfz-Verkehr im Umfeld des Flughafens	Abnahme um ca. 40% bis 80%	Zunahme um ca. 0,5% bis 2,5%	Abnahme um ca. 40% bis 80%
Kfz-Verkehr und stationäre Quellen am Flughafen	Abnahme um ca. 40% bis über 80%	Zunahme um ca.30%	Abnahme um ca. 20% bis 70%
Flugverkehr / Hilfsaggregate / Probeläufe	Zunahme um ca. 15% bis 45% (Abnahme bei CO und Kohlenwasserstoffen)	Zunahme um ca. 15% bis 30%	Zunahme um ca. 25% bis 70% (Abnahme bei Kohlenwasserstoffen)

Es zeigt sich, dass eine deutliche Abnahme der Emissionen von der Ist-Situation zum Prognosenullfall bei den straßenverkehrsdominierten Quellengruppen auftritt. Diese Entwicklung findet bei gleichzeitiger Zunahme des Gesamtverkehrsaufkommens statt und ist durch die zu erwartende weitere Verbesserung der Emissionsminderungstechnik insbesondere bei Kraftfahrzeugen zu erklären. Dem steht bei diesen Quellengruppen nur eine vergleichsweise geringe Zunahme der Emissionen infolge des Flughafenausbaus gegenüber, so dass der Gesamttrend der Emissionsentwicklung im Vergleich zur Ist-Situation auch in den drei Planfällen negativ ist. Beim Flugverkehr zeigt sich ein anderer Trend. Dort ist – legt man konservative Annahmen und die heutige Triebwerkstechnik zugrunde - mit zunehmender Anzahl der Flugbewegungen von der Ist-Situation zum Prognosenullfall und zu den Planungsfällen für die meisten Schadstoffe auch eine Zunahme der Emissionen und damit auch der Immissionen zu rechnen (siehe IJB 2001b). Bei den in Tab. C - 186 aufgeführten Zahlen nicht berücksichtigt sind mögliche Minderungspotenziale, die sich aus einer Weiterentwicklung der Flugzeugtriebwerkstechnik ergeben können und für Stickoxide bis zum Jahr 2015 gemäß einer Studie von RAND EUROPE (2001) bis zu 23% betragen.

Im Vergleich der Varianten zeigt sich, dass hinsichtlich des Mittelwertes und hinsichtlich des Maximalwertes keine relevanten Variantenunterschiede auftreten. Unterschiede ergeben sich ausschließlich im Nahbereich des Flughafens. Diese Unterschiede sind überwiegend

durch den Flugverkehr bedingt und beschränken sich auf die Bahnvarianten selbst und die unmittelbare Umgebung des Flughafens.

Das Gesamtschadstoffgutachten (IVU 2001b) enthält in Anhang F Karten, in denen für NO_x, Benzol, PM 10 und B(a)P die Jahresmittelwerte der Gesamtbelastungen sowie der Beiträge der einzelnen Emittentengruppen als Zahlenwerte in jeder Rasterzelle aufgeführt sind. Die Darstellungen zeigen, dass der Beitrag des Flughafens zur Gesamtimmisionsbelastung nur auf dem Flughafengelände und im näheren Umfeld dominant ist.

Eine detaillierte Betrachtung der Prognoseergebnisse für die drei Planungsfälle erfolgt im Rahmen der Bewertung, um direkt einen Vergleich mit den jeweils maßgeblichen Grenz- und Zielwerten vornehmen zu können.

8.2.3.3 Bewertung der Auswirkungen

Die Bewertung der Auswirkungen wird im folgenden separat für jeden der in den Schadstoffgutachten betrachteten Schadstoffe sowie zusätzlich für die Problematik der bodennahen Ozonbildung vorgenommen. Dazu werden zunächst die im Gesamtschadstoffgutachten ermittelten maximalen Immissionskonzentrationen den relevanten Grenz- bzw. Zielwerten gegenübergestellt. Soweit keine näheren Angaben gemacht werden, handelt es sich bei den betrachteten Kennwerte um Jahresmittelwerte. Je nach Grenz- bzw. Zielwert wird auf die berechneten Werte im 1000 m-Raster oder im 500 m-Raster zurückgegriffen. Während die zukünftigen EU-Grenzwerte sowie die Prüfwerte der 23. BImSchV auf punktuelle Immissionskonzentrationen Anwendung finden und damit auf die 500 m-Rasterwerte bezogen werden können, sind die Grenzwerte nach TA-Luft und die LAI-Ziel- und Orientierungswerte Flächenwerte, die nur auf die berechneten Werte im 1000 m-Raster bezogen werden können.

Die flächenmäßige Darstellung der für die Bewertung relevanten Gesamtimmisionskonzentrationen enthält das Gesamtschadstoffgutachten (IVU 2001b). Die relevanten Differenzdarstellungen enthält Anhang 4 dieser UVS. Die flächenmäßige Ausdehnung der Bewertungsergebnisse der UVS sind in den Auswirkungskarten zum Schutzgut Luft (siehe Anlage C.8.2 bis C.8.4) dargestellt.

Tab. C - 187: Gesamtimmisionskonzentrationen (Jahresmittelwerte und 98-Perzentil für NO₂) gemäß Gesamtschadstoffgutachten (IVU 2001b) im Vergleich zu maßgeblichen Grenz- und Zielwerten*

		Grenzwert / Zielwert**	Planungsfall Nord-west (2015)		Planungsfall Nordost (2015)		Planungsfall Süd (2015)	
			Max	%-Anteil	Max	%-Anteil	Max	%-Anteil
NO ₂	[µg/m ³]	40 (EU-RL)	58,5 ^a	146,5	58,4 ^a	146,0	54,2 ^a	135,5
NO ₂₋₉₈	[µg/m ³]	200 (TA-Luft)	102 ^b	51,0	101 ^b	50,5	104 ^b	52,0
SO ₂	[µg/m ³]	140 (TA Luft)***	12,5 ^b	8,9	12,6 ^b	9,0	13,0 ^b	9,3

		Grenzwert / Zielwert**	Planungsfall Nord-west (2015)		Planungsfall Nordost (2015)		Planungsfall Süd (2015)	
			Max	%-Anteil	Max	%-Anteil	Max	%-Anteil
CO	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	10.000 (TA-Luft)	589 ^b	5,9	589 ^b	5,9	589 ^b	5,9
Benzol	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	5 (EU-RL)	2,73 ^a	54,6	2,73 ^a	54,6	2,73 ^a	54,6
B(a)P	[ng/m^3]	1,3 (LAI)	0,95 ^b	73,1	0,96 ^b	73,8	0,96 ^b	73,8
Ruß	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	8 (23. BImSchV)	2,01 ^a	25,1	2,01 ^a	25,1	2,01 ^a	25,1
PM 10	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	20 (EU-RL)****	29,6 ^a	148,0	29,6 ^a	148,0	29,6 ^a	148,0

a) Immissionskonzentration in der maximal belasteten Rasterzelle im 500 m-Raster.

b) Immissionskonzentration in der maximal belasteten Rasterzelle im 1000 m-Raster.

*) Es werden nur diejenigen Kennwerte dargestellt, für die allgemeingültige Grenzwerte / Zielwerte existieren.

***) Zur Bewertung herangezogener Grenzwert / Zielwert - siehe Teil A.4.2.7.

****) Der neue EU-Langzeitgrenzwert für SO_2 von $20\mu\text{g}/\text{m}^3$ bezieht sich auf Reinluftgebiete und ist im Ballungsraum Rhein-Main nicht anwendbar. Dennoch erfolgt im Text ergänzend ein Vergleich der prognostizierten Immissionskonzentrationen mit diesem Wert.

*****) Der neue EU-Langzeitgrenzwert für PM 10 von $20\mu\text{g}/\text{m}^3$ der Stufe 2 (ggf. gültig ab 2010) ist mit einem expliziten Vorbehalt einer Überprüfung anhand der von den Mitgliedstaaten in den folgenden Jahren gemachten Erfahrungen versehen (siehe Fußnote in Kap. A.4.2.7).

Stickstoffdioxid (NO_2) / Stickstoffoxid (NO_x)³⁵

Die wirkungsseitig relevante Schadstoffkomponente ist NO_2 . Die maximal prognostizierte Immissionskonzentration (500 m-Raster) beträgt im Planungsfall Nordwest $58,5\mu\text{g}/\text{m}^3$, im Planungsfall Nordost $58,4\mu\text{g}/\text{m}^3$ und im Planungsfall Süd $54,2\mu\text{g}/\text{m}^3$. Dies entspricht ca. 147% bzw. 136% des zukünftigen EU-Grenzwertes von $40\mu\text{g}/\text{m}^3$. NO_2 wird daher in eine nähere Betrachtung einbezogen.

Die großräumige Berechnung (1000 m-Raster) gemäß Gesamtschadstoffgutachten weist für 2015 Gesamtbelastungen im Untersuchungsraum von 22 bis $30\mu\text{g}/\text{m}^3$ aus. Dies entspricht einer Größenordnung von ca. 50 bis 75% des für das Jahr 2015 vorgegebenen EU-Grenzwertes. Eine Zone höherer Flächenbelastungen liegt im nördlichen Untersuchungsraum im Bereich der dichteren Besiedlung und Verkehrserschließung entlang des Mains. Die Gesamtbelastungen innerhalb des Stadtgebietes Frankfurt betragen 30 bis teilweise über $40\mu\text{g}/\text{m}^3$ und entsprechen damit ca. 75% bis teilweise über 100% des zukünftigen Grenzwertes. Punktuelle Belastungsspitzen liegen in Bereich der Innenstädte in Straßenschluchten allerdings noch weit darüber.

Die kleinräumige Darstellung (500 m-Raster) des Gesamtschadstoffgutachtens zeigt, dass erhöhte NO_2 -Werte auf den Nahbereich des Flughafens beschränkt bleiben und im Bereich des Flughafenzauns etwa das Niveau des zukünftigen Grenzwertes von $40\mu\text{g}/\text{m}^3$ erreichen.

Durch die Überlagerung der Daten der Gesamtbelastung mit den Daten der Belastungszunahme des Gesamtschadstoffgutachtens (IVU 2001b) ergeben sich die für die UVS relevanten und in Anlage C.8.2 bis C.8.4 in ihrer räumlichen Verteilung dargestellten Wertstufen.

³⁵ Die Bewertung der Jahresmittelwerte erfolgt anhand der Ausbreitungsrechnungen im 500 m-Raster, da die EU-Grenzwerte punktbezogen sind.

Bereiche mit berechneter Grenzwertüberschreitung und gleichzeitiger relevanter Belastungszunahme infolge des Flughafenausbaus von $>1\%$ ($>0,4\mu\text{g}/\text{m}^3$) des Grenzwertes lassen sich gemäß dem hier angewendeten Bewertungsschema als Gebiete mit starken Umweltauswirkungen (Wertstufe A) beschreiben. Diese Gebiete beschränken sich gemäß Gesamtschadstoffgutachten auf die nähere Umgebung des Flughafens und erreichen dort keine Ortschaften. Ein weiteres Gebiet der Wertstufe A – also Grenzwertüberschreitungen und einer Belastungszunahme $>1\%$ - liegt im Bereich des Frankfurter Westkreuzes. Hier überlagert sich in der Schadstoffberechnung eine hohe verkehrsbedingte Belastung aufgrund eines hohen Verkehrsaufkommens in Stadtnähe mit Belastungszunahmen infolge des Flughafenausbaus.

Weitere Bereiche mit deutlichen Umweltauswirkungen (Wertstufe B), d.h. einer Grenzwertreicherung von $>75\%$ und Belastungszunahmen von $>5\%$ des neuen EU-Grenzwertes schließen sich an die Zone der Grenzwertüberschreitungen in der unmittelbaren Umgebung des Flughafengeländes an. Auch diese Bereiche erreichen nicht die in der Nachbarschaft zum Flughafen Frankfurt Main gelegenen Ortschaften Raunheim, Kelsterbach, Walldorf oder Zeppelinheim (siehe Anlage C 8.2 bis 8.4).

Als Kurzzeitgrenzwert definiert die EU-Richtlinie 1999/30/EG einen 1-Stunden-Grenzwert für den Schutz der menschlichen Gesundheit von $200\mu\text{g}/\text{m}^3$. Dieser Grenzwert darf nicht öfter als 18mal im Kalenderjahr überschritten werden. Eine 18malige Überschreitung von Stundenwerten entspricht einem 99,8-Perzentil-Wert. Da NO_2 ein photochemisch aktiver Stoff ist, dessen Modellierung sehr aufwändig ist, lässt sich eine solche Überschreitungshäufigkeit für NO_2 im Rahmen der gegenwärtigen Untersuchung nur als empirische Wahrscheinlichkeitsangabe prognostizieren (siehe IVU 2001b). Im Ergebnis liegen gemäß Gesamtschadstoffgutachten auf dem Flughafengelände maximale Wahrscheinlichkeiten für die 18malige Überschreitung des $200\mu\text{g}/\text{m}^3$ -Wertes bei 20-30%. In der Umgebung des Flughafens sinkt diese Wahrscheinlichkeit auf 10-20% ab. Dies gilt für alle Vorhabensvarianten.

Wesentliche Unterschiede zwischen den Ausbauvarianten bestehen hinsichtlich der Bereiche mit starken und deutlichen Umweltauswirkungen nicht. Eine unterschiedliche Ausdehnung der Bereiche mit deutlichen Umweltauswirkungen liegt lediglich kleinräumig dort vor, wo die jeweilige Bahnvariante gebaut werden soll.

Für die Schadstoffkomponente NO_x existieren keine Grenzwerte oder Zielwerte, die sich auf Ballungsräume anwenden lassen. Der in der neuen EU-Richtlinie genannte Grenzwert zum Schutz der Vegetation lässt sich nur auf Gebiete außerhalb von Ballungsräumen beziehen (siehe Anhang VI der EU-Richtlinie 1999/30/EG). Derartige Gebiete, die die strengen Kriterien, die die EU-Richtlinie für die Anlage von Probestellen definiert, erfüllen (Abstand mehr als 20 km von Ballungsräumen oder mehr als 5 km von anderen bebauten Gebieten, Repräsentativität für mindestens 1.000 km^2), sind in ganz Hessen allerdings nach Angaben des HLUg praktisch nicht vorhanden.

Schwefeldioxid (SO₂)³⁶

Die im Gesamtschadstoffgutachten maximal prognostizierte Immissionskonzentration in den drei Planungsfällen, die auf dem Flughafengelände anzutreffen ist, erreicht mit 12,5 bis 13,0 µg/m³ (1000 m-Raster) lediglich knapp 10% des TA-Luft-Grenzwertes von 140 µg/m³. In den nächstgelegenen Ortslagen um den Flughafen Frankfurt Main herum werden bereits Werte in der Größenordnung der großräumigen Hintergrundbelastung von 5,8 bis 7 µg/m³ erreicht. Auch der neue Reinluftgrenzwert der EU von 20 µg/m³, der für Ballungsräume gar nicht anwendbar ist, wird selbst im Maximum auf dem Flughafengelände nicht erreicht. Entsprechend weisen auch die einschlägigen Berichte des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (HLFU 1999a; HLFU 1999b) darauf hin, dass SO₂ keine im Bereich des Frankfurter Flughafens aus Umweltsicht problematische Schadstoffkomponente darstellt. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass SO₂-Immissionen infolge des Flughafenausbaus keine relevanten Umweltauswirkungen hervorrufen (Wertstufe D).

Kohlenmonoxid (CO)

Die im Gesamtschadstoffgutachten maximal prognostizierte Immissionskonzentration für Kohlenmonoxid (1000 m-Raster) beträgt in den drei Planungsfällen mit 589 µg/m³ jeweils 5,9% des derzeit gültigen TA-Luft-Grenzwertes von 10.000 µg/m³. Die maximal prognostizierten 98-Perzentil-Werte erreichen sogar nur eine Größenordnung von ca. 4% des derzeit gültigen TA-Luft-Grenzwertes von 30.000 µg/m³ (siehe IVU 001b). Dies sind insgesamt sehr unauffällige Werte, die im Bereich der Immissionskonzentrationen der im Untersuchungsraum vorhandenen stark befahrenen Autobahnen liegen. Im Ergebnis ergibt sich somit Wertstufe D.

Gemäß der neuen EU-Richtlinie 2000/69/EG gilt für Kohlenmonoxid ab 2005 ein Grenzwert für den höchsten 8-Stunden-Mittelwert eines Tages von 10.000 µg/m³. Diese Kenngröße lässt sich überschlägig über den 10fachen Jahresmittelwert abschätzen (HEUSCH BOESEFELDT 2001). Entsprechend ergibt sich nach den Berechnungen des Gesamtschadstoffgutachtens ein maximaler 8-Stunden-Mittelwert in den drei Planungsfällen von 5.890 µg/m³ (1000 m-Raster) bzw. 5.810 µg/m³ (500 m-Raster) und damit eine Grenzwerterreicherung von maximal 59%. Derartige maximale Konzentrationswerte treten in den Planungsfällen entlang des Hauptstraßennetzes im Untersuchungsraum, insbesondere entlang der A 5, sowie punktuell auf dem Flughafengelände auf.

Benzol³⁷

Die maximal prognostizierte Immissionskonzentration beträgt in den drei Planungsfällen ca. 55% (500 m-Raster) des zukünftigen EU-Grenzwertes von 5 µg/m³. Die punktuelle Gesamtbelastung für Benzol überschreitet damit gemessen am zukünftigen EU-Grenzwert knapp die

³⁶ Die Bewertung der Jahresmittelwerte erfolgt primär anhand der Ausbreitungsrechnungen im 1000 m-Raster, da die TA-Luft-Grenzwerte flächenbezogen sind.

³⁷ Die Bewertung der Jahresmittelwerte erfolgt primär anhand der Ausbreitungsrechnungen im 500 m-Raster, da die EU-Grenzwerte punktbezogen sind.

Relevanzschwelle von >50% des Grenzwertes. Es gibt allerdings keine Bereiche im Untersuchungsraum des Gesamtschadstoffgutachtens, die die Wertstufen A (starke Umweltauswirkungen), B (deutliche Umweltauswirkungen) oder C (mäßige Umweltauswirkungen) erreichen, da die aus dem Gesamtschadstoffgutachten errechneten maximalen Belastungszunahmen unter 10% des zukünftigen Grenzwertes liegen (siehe Anhang 4.3). Abgesehen von der beschriebenen punktuellen Belastungsspitze im nördlichen Terminalbereich betragen die im 500 m-Raster dargestellten Benzolkonzentrationen auf dem Flughafengelände maximal etwa $1,9\mu\text{g}/\text{m}^3$ und außerhalb des Zauns maximal etwa $1,6\mu\text{g}/\text{m}^3$ und damit deutlich unter 50% des neuen EU-Grenzwertes. In den nächstgelegenen Ortschaften werden gemäß Gesamtschadstoffgutachten maximale Konzentrationen von $1,3\mu\text{g}/\text{m}^3$ erreicht. Im Ergebnis ergibt sich somit im gesamten Untersuchungsraum Wertstufe D.

Legt man den LAI-Ziel- bzw. Orientierungswert von $2,5\mu\text{g}/\text{m}^3$ zugrunde (Flächenwert), so liegen die maximal prognostizierte Gesamtbelastung in den drei Planungsfällen auf dem Flughafengelände von $1,9$ bis $2,1\mu\text{g}/\text{m}^3$ immer noch unterhalb dieses Wertes (1000 m-Raster). Das direkte Umfeld des Flughafens und die nächstgelegenen Ortschaften weisen in allen prognostizierten Planfällen nur noch Immissionskonzentrationen von $1,1$ bis $1,5\mu\text{g}/\text{m}^3$ auf und liegen damit in einer Größenordnung, die auch im Frankfurter Stadtgebiet großflächig prognostiziert werden und in Straßenschluchten sogar um ein Mehrfaches überschritten werden können (siehe Teil C.8.1.2.4). Die Werte bewegen sich in einem Bereich von ca. 50% des LAI-Ziel- bzw. Orientierungswertes.

Toluol / Xylol

Toluol und Xylol als weitere Vertreter der sog. BTX-Gruppe wurden im Gesamtschadstoffgutachten (IVU 2001b) und in den anderen Schadstoffgutachten (IBJ 2001a; IVU 2001a; HEUSCH BOESEFELDT 2001) immissionsseitig nicht betrachtet.³⁸

In dem Luftschadstoffgutachten für die stationären Quellen und den Kfz-Verkehr auf dem Flughafengelände erfolgte allerdings eine Emissionsabschätzung für den Planungsfall 2015. Danach zeigt sich für alle betrachteten Emissionsquellen (Verdunstungsemissionen aus dem ruhenden Verkehr, Vorfeldverkehr, Verkehr im direkten Umfeld, Verkehr im weiteren Umfeld) trotz zunehmenden Verkehrsaufkommens ein deutlicher Rückgang der zu erwartenden Emissionen für Toluol und Xylol (siehe Tab. C - 188).

³⁸ Siehe Fußnote 31 auf S. C-363.

Tab. C - 188: Emissionsabschätzung für Toluol und Xylol gemäß HEUSCH BOESEFELDT (2001) und IVU (2001a)

Quellengruppe		Ist-Situation 2000	Prognosenull- fall 2015	Planungsfall 2015
Verkehr im weiteren Umfeld	Toluol [t/a]	802,4	265,9	268,8
	Xylol [t/a]	680,5	227,5	230,0
Verkehr im direkten Umfeld	Toluol [t/a]	2,93	0,66	0,79
	Xylol [t/a]	2,56	0,59	0,71
Ruhender Verkehr	Toluol [kg/a]	656	138	185
	Xylol [kg/a]	219	46	62
Vorfeldverkehr	Toluol [t/a]	0,8	0,4	0,5
	Xylol [t/a]	0,8	0,4	0,5

Für die Ist-Situation lässt sich feststellen, dass die Messungen auf dem Flughafengelände Frankfurt Immissionswerte ermittelt haben – für Toluol Jahresmittelwerte von 3,3 bis 5,3 µg/m³ und für m-,p- und o-Xylole Jahresmittelwerte von 1,9 bis 3,3 µg/m³ (siehe HLFU 1999b), die deutlich unter den üblichen Konzentrationen in deutschen Städten (Toluol: ca. 80 µg/m³, Xylol: 2-30 µg/m³ nach WIEBEN et al. 1999) liegen und die deutlich unterhalb der vom Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI) empfohlenen Ziel- bzw. Orientierungswerte von 30 µg/m³ liegen.

Relevante Umweltauswirkungen durch Toluol oder Xylol sind daher auch durch den Flughafenbau nicht zu erwarten.

Benzo(a)pyren (BaP)³⁹

Ein derzeit oder in Zukunft zu erwartender rechtsverbindlicher Grenzwert existiert für Benzo(a)pyren als potentiell kanzerogener Stoff nicht. Legt man den Ziel- bzw. Orientierungswert des Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI), der von der Umweltministerkonferenz zur Anwendung empfohlen wird und 1,3 ng/m³ beträgt, zugrunde, so beträgt die maximal prognostizierte Immissionskonzentration für Benzo(a)pyren in den drei Planungsfällen mit 0,96 ng/m³ ca. 74% dieses Wertes (1000 m-Raster). Benzo(a)pyren wird daher in eine nähere Betrachtung einbezogen.

Die großräumige Hintergrundbelastung 2015 beträgt gemäß Gesamtschadstoffgutachten 0,44 bis 0,52 ng/m³ und liegt damit bei ca. 30% des LAI-Ziel- bzw. Orientierungswertes. Höhere Hintergrundbelastungen treten insbesondere entlang vielbefahrener Straßen auf. Flächenhaft erhöhte Werte im Ballungsraum Untermain werden im Gesamtschadstoffgutachten nicht prognostiziert. Im Bereich des Flughafens besteht eine erhöhte Belastung, die sich jedoch auf die nächstgelegenen Ortschaften nicht auswirkt. Dort werden bereits wieder groß-

³⁹ Die Bewertung der Jahresmittelwerte erfolgt anhand der Ausbreitungsrechnungen im 1000 m-Raster, da die LAI-Ziel- und Orientierungswerte flächenbezogen sind.

räumig typische Werte von ca. $0,6\text{ng/m}^3$ (= 46% des LAI-Ziel- bzw. Orientierungswertes) erreicht.

Der aus den Daten des Gesamtschadstoffgutachtens (IVU 2001b) ableitbare Bereich der relevanten Belastungszunahme infolge des Flughafenausbaus von $>1\%$ ($>0,013\text{ng/m}^3$) des LAI-Ziel- bzw. Orientierungswertes erstreckt sich bei jeder Ausbauvariante lediglich auf den Nahbereich der Umgebung des Flughafens sowie auf die Umgebung des Westkreuzes Frankfurt. Die nächstgelegenen Ortschaften des Flughafens werden nicht durch relevante Belastungszunahmen betroffen.

Als Summe aus Gesamtbelastung im Prognosenullfall und Belastungszunahme durch den Flughafen Frankfurt Main (=Gesamtbelastung in den Planungsfällen) ergeben sich im 1000 m-Raster keine Bereiche mit berechneter Grenzwertüberschreitung und damit auch keine Bereiche mit starken Umweltauswirkungen (Wertstufe A). Ebenso ergeben sich keine Bereiche mit deutlichen Umweltauswirkungen (Wertstufe B), da in keinem Fall der Schwellenwert von $>75\%$ des LAI-Ziel- bzw. Orientierungswertes ($>0,975\text{ng/m}^3$) überschritten wird.

Ein Bereich mit mäßigen Umweltauswirkungen (Wertstufe C), der bei allen drei Varianten nur eine einzige Rasterfläche des Gesamtschadstoffgutachtens (1km^2) umfasst, liegt auf dem Gelände des Ausbaubereichs Süd innerhalb des jetzigen und zukünftigen Flughafenzauns. Diese Fläche ist bei allen drei Ausbauvarianten identisch. Dort fällt eine Gesamtbelastung von mehr als 50% des LAI-Ziel- bzw. Orientierungswertes ($>0,65\text{ng/m}^3$) mit einer Belastungszunahme von $>10\%$ des LAI-Ziel- bzw. Orientierungswertes ($>0,13\text{ng/m}^3$) zusammen.

Die jeweiligen Bereiche mit relevanten Umweltauswirkungen werden in den Auswirkungskarten zum Schutzgut Luft dargestellt (siehe Anlage C 8.2 bis 8.4).

Ruß⁴⁰

Die maximal prognostizierte Immissionskonzentration (500 m-Raster) beträgt in den drei Planungsfällen mit $2,01\mu\text{g/m}^3$ jeweils ca. 25% des Prüfwertes der 23. BImSchV von $8\mu\text{g/m}^3$. Damit sind die derzeit gültigen, rechtsverbindlichen Schwellenwerte deutlich eingehalten. In der unmittelbaren Umgebung sinkt die Ruß-Konzentration schnell auf Werte unter $1,1\mu\text{g/m}^3$ ab, was einer lediglich 13%igen Erreichung des Prüfwertes der 23. BImSchV entspricht. Dies entspricht der Wertstufe D. Aktuelle oder zukünftig zu erwartende Grenzwerte der EU liegen für Ruß nicht vor.

Der Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI) hat für Dieselruß einen Ziel- bzw. Orientierungswert zur Verringerung des Krebsrisikos von $1,5\mu\text{g/m}^3$ vorgeschlagen. Dieser Wert gilt ausschließlich für Dieselruß und kann daher streng genommen nicht direkt auf die Gesamtimmisionen des Flughafens angewendet werden. Dennoch soll an dieser Stelle ein Vergleich gezogen werden, um neben dem Prüfwert der 23. BImSchV, der ein vergleichsweise hohes Konzentrationsniveau vorgibt, auch eine stärker vorsorgeorientierte Bewertung durch-

⁴⁰ Die Bewertung der Jahresmittelwerte erfolgt primär anhand der Ausbreitungsrechnungen im 500 m-Raster, da die Prüfwerte der 23. BImSchV punktbezogen sind.

führen zu können. Gemäß Gesamtschadstoffgutachten (1000 m-Raster) wird der LAI-Wert ausschließlich auf dem Flughafengelände im Bereich des Vorfeldes Nord mit max. $1,59\mu\text{g}/\text{m}^3$ um ca. 10% überschritten. Außerhalb des Flughafengeländes betragen die maximalen Rußkonzentrationen $1,20\mu\text{g}/\text{m}^3$ und damit 80% des LAI-Ziel- bzw. Orientierungswertes. In den umliegenden Ortschaften wird gemäß Gesamtschadstoffgutachten ein Niveau von 0,90 bis $1,05\mu\text{g}/\text{m}^3$ erreicht. Diese Ruß-Konzentrationen herrschen gemäß Gesamtschadstoffgutachten als Flächenbelastung auch in weiten Teilen der Stadt Frankfurt vor. Sie entsprechen einer maximalen Zielwerterreichung von 70%. Lokal deutlich höhere Konzentrationswerte in Straßenschluchten sind dabei allerdings nicht berücksichtigt. Wesentliche Unterschiede in der Höhe und räumlichen Verteilung der prognostizierten Ruß-Konzentrationen zwischen den drei Planungsfällen sind nicht vorhanden. Insgesamt lässt sich feststellen, dass in allen drei Planungsfällen außerhalb des Flughafengeländes ein Konzentrationsniveau für Ruß erreicht wird, welches nach heutigen Erkenntnissen keine erheblichen Umweltauswirkungen erwarten lässt.

PM 10⁴¹

Die maximal prognostizierte Immissionskonzentration (500 m-Raster) beträgt in den drei Planungsfällen 148% des möglichen zukünftigen EU-Grenzwertes von $20\mu\text{g}/\text{m}^3$.⁴² PM 10 wird daher in eine nähere Betrachtung einbezogen.

Bereits die großräumige Gesamtbelastung 2015 beträgt im Untersuchungsraum gemäß Gesamtschadstoffgutachten 26 bis $27\mu\text{g}/\text{m}^3$ und liegt damit schon bei über 130% des möglichen zukünftigen EU-Grenzwertes. Damit wird voraussichtlich im gesamten Untersuchungsraum der mögliche zukünftige EU-Grenzwert überschritten. Diese Situation findet sich auch in anderen Ballungsräumen Deutschlands und der EU und ist somit kein mit dem Flughafen Frankfurt Main in Verbindung zu bringendes Problem. Flächenhaft gegenüber der großräumigen Gesamtbelastung erhöhte Werte über $27\mu\text{g}/\text{m}^3$ werden entlang des Mains im Bereich erhöhter Siedlungsdichten erreicht. Lokale Spitzenwerte liegen entlang vielbefahrener Straßen. Auch im Bereich des Flughafengeländes treten in den drei Planungsfällen erhöhte Werte gegenüber der Umgebung auf.

Der aus den Daten des Gesamtschadstoffgutachtens (IVU 2001b) ableitbare Bereich der relevanten Belastungszunahme infolge des Flughafenausbaus von >1% ($>0,2\mu\text{g}/\text{m}^3$) des Grenzwertes erstreckt sich ausschließlich auf den Bereich des südlichen Flughafengeländes und erreicht maximal Werte in einer Größenordnung von 2% bis 5% ($>0,4-1\mu\text{g}/\text{m}^3$) des neuen EU-Grenzwertes.

Die aus der Summe aus Gesamtbelastung im Prognosenußfall und Belastungszunahme durch den Flughafenausbau sich ergebenden Bereiche mit starken Umweltauswirkungen (Wertstufe A) sind auf das Flughafengelände beschränkt. Darüber hinaus gehende Bereiche

⁴¹ Die Bewertung der Jahresmittelwerte erfolgt anhand der Ausbreitungsrechnungen im 500 m-Raster, da die EU-Grenzwerte punktbezogen sind.

⁴² Der herangezogene PM 10-Grenzwert der 2. Stufe von $20\mu\text{g}/\text{m}^3$ ist gemäß EU-RL 1999/30/EG ein sog. Richtgrenzwert, der ausdrücklich dem Vorbehalt zukünftiger Erfahrungen in den Mitgliedstaaten unterliegt (siehe Fußnote 10 im Teil A 4.2.7).

mit starken, deutlichen oder mäßigen Umweltauswirkungen existieren nicht, da im weiteren Umfeld keine relevanten Belastungszunahmen prognostiziert wurden.

Die genannten Bereiche mit starken Umweltauswirkungen aufgrund von Grenzwertüberschreitungen in der Gesamtbelastung in Verbindung mit Belastungszunahmen von >1% des Grenzwertes zeigen für die verschiedenen Bahnvarianten keine relevanten Unterschiede.

Als Kurzzeitgrenzwert definiert die EU-Richtlinie 1999/30/EG einen 24-Stunden-Grenzwert für den Schutz der menschlichen Gesundheit von mehr als 7mal $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ im Kalenderjahr.⁴³ Im Ergebnis liegen gemäß Gesamtschadstoffgutachten auf dem Flughafengelände maximale Überschreitungshäufigkeiten für PM 10 bei mehr als 7mal $>30\mu\text{g}/\text{m}^3$. Überschreitungen des Grenzwertes sind im gesamten Untersuchungsraum gemäß den Prognosen des Gesamtschadstoffgutachtens nicht zu erwarten. Dies gilt für alle Vorhabensvarianten.

Die jeweiligen Bereiche mit relevanten Umweltauswirkungen werden in den Auswirkungskarten zum Schutzgut Luft dargestellt (siehe Anlage C.8.2 bis C.8.4).

Ozon

Ozon unterliegt komplexen, photochemisch gesteuerten Aufbau- und Abbauprozessen in der Atmosphäre. Eine Berechnung von zu erwartenden Ozon-Immissionen mit herkömmlichen Ausbreitungsmodellen ist daher nicht möglich. Ausbreitungsrechnungen von Ozon sind Gegenstand der aktuellen Forschung und daher im Rahmen der Schadstoffgutachten nicht durchgeführt worden (siehe Teil C.8.1.2.4).

Bisherige Messungen zeigen, dass die Ozon-Konzentrationen am Frankfurter Flughafen Frankfurt Main während einzelner Sommersmog-Episoden nicht kritischer sind, als an anderen Stationen in der Region Untermain (HLFU 1999a; siehe Teil C.8.1.2.4).

Wesentliche Ursache kritischer Ozon-Konzentration während sommerlicher Schönwetterphasen ist die Emission von Stickstoffoxiden und Kohlenwasserstoffen. Für beide Stoffgruppen wird im Vergleich zur Ist-Situation ein rückläufiger Trend bis 2015 prognostiziert (siehe Tab. C - 184). Insofern ist eine Zunahme von Situationen mit kritischen Ozonkonzentrationen im Vergleich zur Ist-Situation auch bei Realisierung der Flughafenerweiterung mit der damit verbundenen Erhöhung des Flugverkehrs nicht zu erwarten. Zudem wurde der Beitrag des Flughafens insgesamt in einer durch das UBA beauftragten und jüngst fertiggestellten Studie (JUNG 2000) als weniger relevant beurteilt.

Zusammenfassende Bewertung

Insgesamt erreichen unter Berücksichtigung der in Tab. C - 187 dargestellten Grenz- und Zielwerte drei Schadstoffe – NO_2 , PM 10 und B(a)P - das Niveau der relevanten Bewertungsklassen A, B und C (siehe Anlage C 8.2 bis 8.4), wobei PM 10 und NO_2 lokal das Ni-

⁴³ Der herangezogene PM 10-Grenzwert der 2. Stufe von 7mal $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ ist gemäß EU-RL 1999/30/EG ein sog. Richtgrenzwert, der ausdrücklich dem Vorbehalt zukünftiger Erfahrungen in den Mitgliedstaaten unterliegt (siehe Fußnote 10 im Teil A 4.2.7).

veau starker Umweltauswirkungen (Wertstufe A) erreichen. Zusammenfassend enthält Tab. C - 189 eine verbale Beschreibung der Lage und räumlichen Ausdehnung der Bereiche mit starken (Wertstufe A), deutlichen (Wertstufe B) und mäßigen (Wertstufe C) Umweltauswirkungen.

Tab. C - 189: Bewertungsergebnisse der Beeinträchtigung der Luftqualität durch Schadstoffimmissionen

	Variante Nordwest	Variante Nordost	Variante Süd
Beeinträchtigung der Luftqualität durch Schadstoffimmissionen (vor allem in Siedlungsbereichen)			
Wertstufe der Auswirkung	Qualitative Beschreibung		
Wertstufe A	Bei NO₂ können Grenzwertüberschreitungen in Verbindung mit relevanten Belastungszunahmen (>1% des Grenzwertes) im Bereich des Flughafengeländes, der jeweiligen Ausbauvariante sowie südlich des Westkreuzes Frankfurt auftreten. Die Ortslagen in unmittelbarer Flughafennähe sind nicht betroffen. Signifikante Variantenunterschiede bestehen nicht. Bei PM 10 wird flächendeckend der mögliche zukünftige EU-Grenzwert im Untersuchungsraum überschritten. Bereiche mit einer relevanten Belastungszunahme (>1% des Grenzwertes) durch den Flughafenaußenbau liegen ausschließlich auf dem Flughafengelände bzw. im unmittelbaren Nahbereich der südlichen Erweiterungsflächen. Signifikante Variantenunterschiede bestehen nicht.		
Wertstufe B	Bereiche mit Wertstufe B (Gesamtbelastung >75% und Belastungszunahme größer 5% des Grenzwertes) können bei NO₂ im näheren Umfeld des Flughafens und im Bereich der jeweiligen Bahnvarianten auftreten. Ortslagen werden nicht betroffen. Entscheidungserhebliche Variantenunterschiede sind nicht vorhanden.		
Wertstufe C	Bereiche mit Wertstufe C (Gesamtbelastung >50-75% und Belastungszunahme größer 10% des Grenzwertes) kann bei B(a)P ausschließlich im Bereich der jetzigen Cargo City Süd auftreten. Ortslagen werden nicht betroffen. Signifikante Variantenunterschiede bestehen nicht.		

Bei allen Varianten sind die prognostizierten Schadstoffimmissionen in der Stärke und in der räumlichen Verteilung vergleichbar. Lediglich im unmittelbaren Eingriffsbereich der jeweils geplanten Bahnvarianten ergeben sich Unterschiede, die sich jedoch nicht auf den Variantenvergleich auswirken, da umliegende Orte gemäß der Schadstoffausbreitungsrechnungen nicht durch kritische Immissionskonzentrationen infolge des Flughafenaußenbaus betroffen sind.

8.2.4 Konfliktschwerpunkte und Variantenvergleich

Zur Ableitung des schutzgutbezogenen Variantenvergleichs sind in Tab. C - 190 die unter dem Schutzgut Luft betrachteten Auswirkungen und Bewertungsergebnisse zusammenfassend dargestellt.

Tab. C - 190: Variantenvergleich für das Schutzgut Luft

	Variante Nordwest	Variante Nordost	Variante Süd
Verlust von Waldflächen mit lufthygienischer Ausgleichsfunktion durch Flächeninanspruchnahme (Verlustfläche in ha)			
Wertstufe A	--	--	--
Wertstufe B	339	393	407
Wertstufe C	--	--	--
Rangfolge	1	2	2
Beeinträchtigung der Luftqualität durch Schadstoffimmissionen (vor allem in Siedlungsbereichen)			
Wertstufe A	Bei NO₂ können Grenzwertüberschreitungen in Verbindung mit relevanten Belastungszunahmen (>1% des Grenzwertes) im Bereich des Flughafengeländes, der jeweiligen Ausbauvariante sowie südlich des Westkreuzes Frankfurt auftreten. Die Ortslagen in unmittelbarer Flughafennähe sind nicht betroffen. Signifikante Variantenunterschiede bestehen nicht. Bei PM 10 wird flächendeckend der mögliche zukünftige EU-Grenzwert im Untersuchungsraum überschritten. ⁴⁴ Bereiche mit einer relevanten Belastungszunahme (>1% des Grenzwertes) durch den Flughafenausbau liegen ausschließlich auf dem Flughafengelände bzw. im unmittelbaren Nahbereich der südlichen Erweiterungsflächen. Signifikante Variantenunterschiede bestehen nicht.		
Wertstufe B	Bereiche mit Wertstufe B (Gesamtbelastung >75% und Belastungszunahme größer 5% des Grenzwertes) können bei NO₂ im näheren Umfeld des Flughafens im Bereich der jeweiligen Bahnvariante auf. Ortslagen werden nicht betroffen. Entscheidungserhebliche Variantenunterschiede sind nicht vorhanden.		
Wertstufe C	Bereiche mit Wertstufe C (Gesamtbelastung >50-75% und Belastungszunahme größer 10% des Grenzwertes) können bei B(a)P ausschließlich im Bereich der jetzigen Cargo City Süd auftreten. Ortslagen werden nicht betroffen. Signifikante Variantenunterschiede bestehen nicht.		
Rangfolge	1	1	1
Gesamtrangfolge* für das Schutzgut Luft	1	2	2

* Die Gesamtrangfolge ergibt sich durch eine gewichtete Aggregation der Einzelrangfolgen. Die Gewichtung ist in Verbindung mit der Ausweisung von Konfliktschwerpunkten im nachfolgenden Text erläutert. Eine simple Addition der Einzelrangfolgen zu einer Gesamtrangfolge ist nicht zulässig.

Im Schutzgut Luft lassen sich zwei Konfliktschwerpunkte unterscheiden, die unabhängig voneinander betrachtet werden können (siehe Tab. C - 191). Auf der einen Seite steht die großflächige Inanspruchnahme von Wald mit für die unmittelbare Umgebung des Flughafens bedeutsamer lufthygienischer Ausgleichsfunktion. Auf der anderen Seite steht die Immissionsbelastung durch Schadstoffe infolge des Flugverkehrs, des Flughafenbetriebs sowie infolge des flughafeninduzierten Kfz-Verkehrs.

⁴⁴ Der herangezogene PM 10-Grenzwert von 20µg/m³ ist gemäß EU-RL 1999/30/EG ein sog. Richtgrenzwert, der ausdrücklich dem Vorbehalt zukünftiger Erfahrungen in den Mitgliedstaaten unterliegt (siehe Fußnote 10 im Teil A 4.2.7).

Tab. C - 191: Konfliktschwerpunkte im Schutzgut Luft

	Variante Nordwest	Variante Nordost	Variante Süd
Waldinanspruchnahme	Verlust von Waldflächen mit lufthygienischer Ausgleichsfunktion von 339 ha	Verlust von Waldflächen mit lufthygienischer Ausgleichsfunktion von 393 ha	Verlust von Waldflächen mit lufthygienischer Ausgleichsfunktion von 407 ha
Schadstoffimmissionen	<ul style="list-style-type: none"> • Prognostizierte Grenzwertüberschreitungen (zukünftiger EU-Grenzwert) in Verbindung mit relevanten Belastungszunahmen bei NO₂ im Bereich des Flughafengeländes. • Prognostizierte Grenzwertüberschreitungen (zukünftiger EU-Grenzwert) in Verbindung mit relevanten Belastungszunahmen bei NO₂ im Bereich südlich des Frankfurter Westkreuzes. • Prognostizierte Grenzwertüberschreitungen (möglicher zukünftiger EU-Grenzwert) in Verbindung mit relevanten Belastungszunahmen bei PM 10 im südlichen Bereich des Flughafengeländes. 		

Die Schadstoffimmissionen des Flughafenausbaus liegen zumindest für NO₂ und PM 10 lokal in einem Bereich, der als erheblich zu bezeichnen ist. Unter Zugrundelegung der zukünftigen EU-Grenzwerte können für NO₂ und PM 10 im nahen Flughafenumfeld Grenzwertüberschreitungen in Verbindung mit nennenswerten Belastungszunahmen durch den Ausbau auftreten. Der für die Bewertung herangezogene mögliche zukünftige Grenzwert für PM 10 gemäß EG-Richtlinie unterliegt allerdings dem Vorbehalt zukünftiger Erfahrungen durch die Mitgliedsstaaten. Es lässt sich auch feststellen, dass im unmittelbaren Umfeld des Flughafens voraussichtlich keine Ortslagen infolge des Flughafenausbaus durch Grenzwertüberschreitungen betroffen sein werden. Eine erhöhte Gesamtbelastung durch Schadstoffimmissionen, die sich mit Belastungszunahmen durch den Flughafenausbau überlagert, tritt darüber hinaus möglicherweise im Bereich des Frankfurter Westkreuzes auf. Gemäß Gesamtschadstoffgutachten können dort unter Berücksichtigung des zukünftigen EU-Grenzwertes Grenzwertüberschreitungen für NO₂ auftreten.

Es lässt sich allerdings festhalten, dass die zu erwartenden zusätzlichen Schadstoffimmissionen insgesamt und im Verhältnis zur jetzigen Situation keine für die Wohnbevölkerung kritischen Werte annehmen und für eine Variantenentscheidung von untergeordneter Entscheidungsrelevanz sind, da bei allen Varianten die prognostizierten Schadstoffimmissionen in der Stärke und in der räumlichen Verteilung der Schadstoffe ähnlich sind. Lediglich im unmittelbaren Eingriffsbereich der jeweils geplanten Bahnvarianten ergeben sich Unterschiede, die sich jedoch nicht auf den Variantenvergleich auswirken, da umliegende Orte gemäß der Schadstoffausbreitungsrechnungen nicht durch kritische Immissionskonzentrationen betroffen sind.

Die Gesamtreihung für das Schutzgut Luft kann sich daher lediglich an der Gesamtfläche des Verlustes von Wald mit lufthygienischer Ausgleichsfunktion orientieren. Hier ergibt sich eine eindeutige Reihung anhand der Bilanzierung der Flächeninanspruchnahmen. Im Ergebnis ist daher aus der Sicht des Schutzgutes Luft die Variante Nordwest die günstigste Variante. Die Varianten Nordost und Süd liegen zusammen auf dem zweiten Rang.

8.3 Vorkehrungen zur Vermeidung und Verminderung

Wirksame Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen im Schutzgut Luft zielen auf eine Verringerung der Emission von Schadstoffen und auf eine Vermeidung von Waldrodungen und Beeinträchtigungen der lufthygienischen Ausgleichsfunktion des Waldes ab.

Zur Reduktion der Schadstoffemissionen auf dem Flughafengelände sollten Vermeidungs- und Verminderungsstrategien entwickelt werden, die den gesamten Flughafenbetrieb erfassen. Da die Emissionen im Flughafenbereich zu einem nicht unerheblichen Teil auf den landseitigen Pkw-Zubringerverkehr entfallen, ist die Anbindung des Flughafens durch öffentliche Verkehrsmittel zu gewährleisten.

Die der UVS zugrunde liegende Schadstoff-Ausbreitungsrechnung zum Flugverkehr (IBJ 2001a) hat die derzeit verfügbare Triebwerkstechnik zugrunde gelegt. Gemäß einer Studie von RAND EUROPE (2001) beträgt das Reduktionspotential für die Emission von Stickoxiden aus dem Flugverkehr in Frankfurt im Jahr 2015 gegenüber den Emissionen nach dem heutigen Stand der Technik bis zu 23%. Das genaue Ausmaß der möglichen Reduktion ist vor allem abhängig vom in 2015 tatsächlich in Frankfurt zum Einsatz kommenden Flottenmix und der Altersstruktur der Flugzeugflotte.

Zur Vermeidung von unnötigen Beeinträchtigungen der lufthygienischen Ausgleichsfunktion des Waldes ist dafür Sorge zu tragen, dass die neu entstehenden Waldränder zeitnah bepflanzt werden, damit keine unnötigen Schäden in den randnahen Waldbeständen entstehen.

In den Flächen, die durch den Neubau einer Start- und/oder Landebahn einer Hindernisbegrenzung unterliegen, ist die Hindernisfreiheit möglichst ohne die Rodung der Flächen herzustellen. Die Zeit bis zur Inbetriebnahme der jeweiligen Bahn ist dafür zu nutzen, durch schonende Waldumbaumaßnahmen die notwendige Höhenreduzierung der Waldbestände zu erreichen. Soweit eine Rodung wegen der Höhe der bestehenden Waldbestände oder wegen des Alters der Bestände unumgänglich bzw. waldbaulich sinnvoll ist, ist eine sofortige Neuaufforstung durchzuführen.