

# Konzept zur Einführung eines Umweltmonitorings Flughafen Frankfurt Main

## Zusammenfassung

Im Auftrag des



regionalen  
dialogforums

Flughafen Frankfurt

Bearbeitung:  
Gesellschaft für Landschaftsanalyse und  
Umweltbewertung mbH  
Hindemithstraße 29  
55127 Mainz



Johannes Gutenberg Universität Mainz  
Fachbereich Biologie  
Saarstr. 21  
55099 Mainz



Umweltplanung Bullermann Schneble GmbH  
Havelstraße 7 A  
64295 Darmstadt



Mainz/Darmstadt, 09/2004

## Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung und Ausgangssituation.....	1
2	Grundlagen und methodische Ansätze .....	2
2.1	Ziele und Anforderungen .....	2
2.2	Ursache und Wirkung .....	2
2.3	Untersuchungsraum.....	3
3	Umweltmonitoringkonzept.....	4
3.1	Vorgehensweise und Struktur.....	4
3.2	Anlagenbezogenes Beobachtungskonzept.....	4
3.3	Regionales Beobachtungskonzept .....	7
3.4	Auswertungskonzept.....	8
4	Umsetzung.....	8
4.1	Organisation .....	8
4.2	Information und Öffentlichkeitsarbeit.....	9
4.3	Kosten.....	10
4.4	Implementierung und Zeitrahmen .....	11

## 1 Veranlassung und Ausgangssituation

Der Flughafen Frankfurt Main hat sich, ausgehend von den Anfängen am derzeitigen Standort aus dem Jahr 1936, zu einem internationalen Großflughafen mit inzwischen ca. 50. Mio. Passagieren pro Jahr entwickelt.

Nach den Zielen der Landesentwicklung soll der Flughafen Frankfurt Main auch künftig den zu erwartenden Entwicklungen gerecht werden und seine Funktion als bedeutende Drehscheibe im internationalen Luftverkehr erfüllen. Hierzu ist eine Erweiterung über das bestehende Start- und Landebahnsystem hinaus zu planen und zu realisieren.

Im Juni 2002 erging zum Abschluss des Raumordnungsverfahrens zum Ausbau des Flughafens zur Kapazitätserhöhung die Landesplanerische Beurteilung mit dem Ergebnis, dass die Vereinbarkeit u.a. der Vorhabensvariante Nordwest mit den Erfordernissen der Raumordnung hergestellt werden kann.

Die Fraport AG hat im September 2003 den Antrag zum Ausbau des Flughafens mit der neuen Landebahn Nordwest bei der Genehmigungsbehörde eingereicht. Die Antragsunterlagen enthalten umfängliche Untersuchungen zu den Umweltbelangen, insbesondere auch Daten/Bestandserhebungen zur derzeitigen Umweltsituation und Prognosen über die möglichen Umweltauswirkungen des Flughafenausbaus.

Der Flughafenstandort befindet sich im Verdichtungsraum des Rhein-Main-Gebiets, an den vielfältige Nutzungsansprüche gestellt werden. Im näheren Umfeld des Flughafens sind ökologisch bedeutsame Lebensräume für Tiere und Pflanzen erhalten geblieben, darunter großflächige Waldbereiche mit vielfältigen und bedeutsamen Funktionen für den Natur- und Landschaftshaushalt und den Menschen. Es ist daher von besonderem Interesse, die zukünftige Umweltentwicklung im Umfeld des Flughafens bzw. der Rhein-Main-Region systematisch zu beobachten, insbesondere mit dem Ziel, die im Rahmen der Umweltverträglichkeitsuntersuchungen prognostizierten Auswirkungen auf die Umwelt zu überwachen. Auf diese Weise können frühzeitig unvorhergesehene negative Auswirkungen erfasst und bei Bedarf geeignete Abhilfemaßnahmen ergriffen werden. Die systematische Umweltbeobachtung und die damit verbundenen Ziele entsprechen im übrigen auch den grundsätzlichen Anforderungen der EG-Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen an die Überwachungspflichten.

Das Projektteam „Ökologie und Gesundheit“ des Regionalen Dialogforums (RDF) hat angeregt, ein Konzept für die Beobachtung und Überwachung der Umweltsituation bzw. zur Beobachtung umweltbezogener Wirkungen des Flughafens Frankfurt Main unter besonderer Berücksichtigung des kapazitiven Ausbaus mit der geplanten Landebahn zu entwickeln. Mit dieser Zielrichtung soll einerseits ein anlagenbezogenes Beobachtungskonzept für einen engeren Untersuchungsraum für den Flughafen Frankfurt Main und darüber hinaus ein räumlich weiter gefasstes regionales Beobachtungskonzept für den Verdichtungsraum Rhein-Main entwickelt werden.

Die systematische Umweltbeobachtung hat die einzelnen Umweltmedien wie Pflanzen- und Tierwelt, Wasser, Boden, Klima und Luft sowie Landschaft übergreifend und integrativ zu beobachten und zu untersuchen. Unter diesem Ansatz und mit diesen Zielen hat die ARGE L.A.U.B./Uni Mainz und UBS im Auftrag des RDF ein Konzept ausgearbeitet, in dem die wesentlichen Grundlagen, Anforderungen sowie die methodischen Ansätze und die Untersuchungsinhalte für eine integrierte Umweltbeobachtung dargestellt sind. Das vorliegende Umweltmonitoringkonzept stellt einerseits eine Grundlage für die weitere Erörterung und Abstimmung mit den Beteiligten dar und bildet die konzeptionelle und wissenschaftliche Grundlage für die Durchführung / Umsetzung. Die wesentlichen Ergebnisse sind in dieser Zusammenfassung anschaulich und als allgemein verständliche Information dargestellt.

## 2 Grundlagen und methodische Ansätze

### 2.1 Ziele und Anforderungen

Umweltmonitoring ist die kontinuierliche und regelmäßige Beobachtung von biotischen und abiotischen Komponenten der ökologischen Umwelt, um Veränderungen möglichst frühzeitig erkennen und bewerten zu können.

Die Beobachtung der Umwelt, die Erfassung von umweltbezogenen Daten, deren Auswertung und Veröffentlichung erfolgt bereits seit Jahren, z. T. Jahrzehnten, in vielfältiger und differenzierter Weise durch verschiedene behördliche und private Institutionen, Verbände und Kommunen auf unterschiedlicher Ebene.

Kennzeichnend für Umweltbeobachtungssysteme ist, dass diese zumeist auf einen spezifischen Zweck ausgerichtet sind (z. B. auf die Erfassung von Tier- und Pflanzenarten, Populationen, natur- und artenschutzrelevante Konzepte, anlagenbezogene Konzepte), auf unterschiedliche Beobachtungszeiträume (kurz-, mittel- oder langfristig) ausgelegt sind und unterschiedliche Beobachtungszeiträume umfassen.

Für das Umweltmonitoringkonzept für den Flughafen Frankfurt Main greifen diese Ansätze jedoch zu kurz. Ziel des Umweltmonitorings im Zusammenhang mit dem Flughafen Frankfurt Main muss es vielmehr sein, ein integratives Konzept unter Einbezug aller Umweltmedien/Schutzgüter zu entwickeln, das eine ökologische Gesamtschau der Umwelt und ihrer Entwicklung und Veränderung unter besonderer Berücksichtigung auch der Wechselwirkungen ermöglicht.

Vor dem Hintergrund dieser Zielsetzung leiten sich insbesondere folgende grundsätzliche Anforderungen an das Umweltmonitoring ab.

- ⇒ Das Umweltmonitoringkonzept hat alle relevanten Umweltmedien einzubeziehen
- ⇒ Das Konzept für die Beobachtung der Umwelt ist aus einem problemgeleiteten Ansatz von Ursache-Wirkungshypothesen zu Umweltveränderungen zu entwickeln
- ⇒ Die regionalen Leitbilder und Umweltqualitätsziele, wie sie z. B. im Regionalplan Südhessen (2000) oder den Landschaftsplänen beschrieben sind, sind bei der Festlegung der Untersuchungsinhalte und bei der Bewertung der Beobachtungsbefunde als Grundlage zu berücksichtigen
- ⇒ Das Monitoringkonzept ist auf Langfristigkeit und Kontinuität der Datenerhebung und -auswertung ausulegen; die vorhandenen Beobachtungsinstrumente und -einrichtungen sind zu integrieren

Im Ergebnis kann das Umweltmonitoring einen wichtigen Beitrag dazu leisten, die Umwelt im Zusammenhang mit den ursachebedingten Wirkungen des Flughafen Frankfurt Main zu betrachten, ein konsistentes Bild der Umweltsituation zu erhalten und offensichtlich erkennbare und auch mögliche schleichende Veränderungen zu erkennen.

Die systematische Auswertung und Bewertung der Daten und Beobachtungsbefunde ermöglicht es, diese mit den Leitbildern und Umweltqualitätszielen in Beziehung zu setzen und bei negativen Veränderungen und Entwicklungen entsprechende Abhilfemaßnahmen einleiten zu können. Dies gilt auch im Hinblick auf die zukünftigen Entwicklungsziele des Rhein-Main-Gebietes.

### 2.2 Ursache und Wirkung

Für die Ausgestaltung des Umweltmonitoringkonzeptes sind neben Kenntnissen über die vorhandene Umweltsituation insbesondere die Wirkungsbeziehungen zwischen dem Flughafen

Frankfurt Main und der belebten und unbelebten Umwelt bzw. den Umweltmedien oder Schutzgütern relevant.

Zu berücksichtigen sind dabei die anlagen- und betriebsbedingten sowie temporär die bauzeitbedingten Auswirkungen des Flughafens unter Einschluss der geplanten Landebahn. Prognosen über das Ausmaß und die Intensität möglicher Auswirkungen liegen zum derzeitigen Kenntnisstand mit der Umweltverträglichkeitsuntersuchung (UVU) zum Raumordnungsverfahren (ROV) und den Scoping-Unterlagen zum Planfeststellungsverfahren vor.

Als betriebsbedingte Wirkungen sind insbesondere Geräusche und Schadstoffemissionen zu nennen. Die anlagenbedingten Wirkungen bestimmen sich vor allem durch die Flächeninanspruchnahme wie z. B. der Verlust von Lebensräumen für Pflanzen und Tiere, die Fragmentierung und Verinselung, die Beeinflussung des Lokalklimas und mögliche Wirkungen auf Oberflächen- und Grundwasser.

Der methodische Ansatz des Monitoringkonzeptes beruht auf einem problemgeleiteten Ansatz, ausgehend von den flughafenspezifischen Ursache-Wirkungshypothesen. Diese Ursache-Wirkungshypothesen stellen vereinfachte Ursache-Wirkungszusammenhänge für die jeweiligen Hauptbelastungsursachen dar.

Abgeleitet aus den Untersuchungen zum ROV und den Scoping-Unterlagen für das Planfeststellungsverfahren, ergänzt durch eigene Kenntnisse/Auswertungen, sind folgende Ursache-Wirkungshypothesen (in Bezug gesetzt zu den Umweltmedien/Schutzgütern) in die Ausgestaltung des Umweltmonitoringkonzeptes eingestellt:

**Tab. 1:** Darstellung der Wirkungsbeziehungen (Ursache-Wirkungs-Hypothesen) auf Ebene der Schutzgüter (■ bedeutet: Wirkungsbeziehung vorhanden)

Ursachen/ Wirkfaktoren	Schutzgüter						
	Tiere	Pflanzen und Biotope, Schwerpunkt Wald	Pflanzen und Biotope, Schwerpunkt Offenland	Boden	Klima/ Luft	Oberflächengewässer (Fließ- und Stillgewässer)	Grundwasser
Lärm	■						
Schadstoffemission (eutrophierende oder säurebildende Wirkung)	■	■	■	■	■	■	■
Fragmentierung und Versiegelung	■	■		■	■	■	■
Lichtemission	■	■	■				
Ozon (-bildung)	■	■	■		■		
Schadstoffemission mit kanzerogener Wirkung	■					■	

Aus dieser Darstellung ist auch ersichtlich, dass Ursache/Wirkfaktoren nicht nur auf ein Schutzgut, sondern auf eine Vielzahl der Schutzgüter einwirken. Hieraus ergeben sich Folge- und Wechselwirkungen, die sich als ausgesprochen komplex darstellen.

### 2.3 Untersuchungsraum

Die Erfassung und Beobachtung von Umweltveränderungen im Zusammenhang mit dem Flughafen Frankfurt Main ist differenziert in der räumlichen Ausgestaltung zu betrachten.

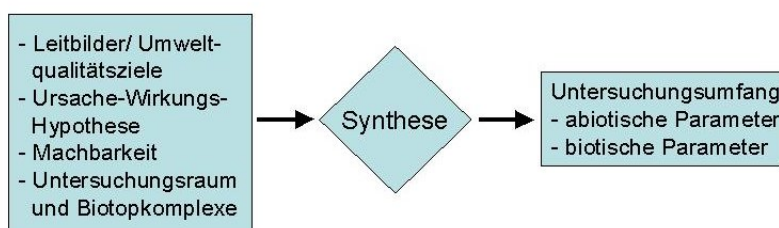
Ausgehend von den oben beschriebenen Ursache-Wirkungshypothesen und den vorliegenden Untersuchungen zu den Umweltauswirkungen im Zuge des ROV des Ausbauprogrammes Flughafen Frankfurt Main (Fraport, 2001) sowie den Scoping-Unterlagen zum Planfeststellungsverfahren wird für ein unmittelbar Anlagenbezogenes Umweltmonitoring ein Untersuchungsraum im näheren Umfeld des Flughafens definiert, innerhalb dessen die unmittelbaren flughafenspezifischen Wirkungen untersucht und beobachtet werden sollen. Dieser umfasst eine Fläche von ca. 130 Quadratkilometer bis zu einer Entfernung von rund 4,5 km zum Flughafen (Abb.1 auf Seite 5).

In einem regionalen Betrachtungsraum soll die Erfassung und Beobachtung der Umwelt im regionalen Kontext erfolgen, um insbesondere mit den Ergebnissen des anlagenbezogenen Monitorings einen Abgleich und Vergleiche der Zustandsentwicklungen der Umwelt zu ermöglichen. Das regionale Beobachtungskonzept entspricht von seiner Methodik her einer allgemeinen Zustandsbeschreibung der Umwelt (Abb.2 auf Seite 7).

### 3 Umweltmonitoringkonzept

#### 3.1 Vorgehensweise und Struktur

Die Methodik/Vorgehensweise bei der Entwicklung des Umweltmonitoringkonzeptes ist aus nachfolgender Abbildung ersichtlich:



Neben den regionalen Leitbildern und Umweltqualitätszielen, den Ursache-Wirkungshypothesen sind im Weiteren die konkrete Ausstattung des Untersuchungsraumes (vorhandene Biotopkomplexe) und die Machbarkeit von Erhebungen (z. B. im Hinblick auf Erhebungsaufwand, ökologischer Kenntnisstand von Tierarten und Pflanzengruppen) entscheidende Einflussgrößen auf den konkreten Untersuchungsumfang. Im Ergebnis führt die Synthese der Einflussfaktoren zu einem anlagenbezogenen Untersuchungskonzept mit konkreten Empfehlungen auf der Ebene der einzelnen Schutzgüter zum biotischen und abiotischen Untersuchungsumfang mit den biotischen/abiotischen Indikatoren/Parametern (z. B. Tier- und Pflanzenarten), zur Methodik der Erhebung und zur räumlichen Verortung durch Probenahmeflächen (Kapitel 3.2).

#### 3.2 Anlagenbezogenes Beobachtungskonzept

Der Untersuchungsraum für das Anlagenbezogene Beobachtungskonzept umfasst den Umkreis des Flughafens bis zu einer Entfernung von ca. 4,5 km. Der rd. 130 Quadratkilometer große Untersuchungsraum ist überwiegend bewaldet und weist folgende Nutzungsstrukturen (ca.-Angaben) auf (Abb. 1):

- |                        |        |                         |
|------------------------|--------|-------------------------|
| • Flughafen Frankfurt: | 12,2%  | (= 16 km <sup>2</sup> ) |
| • Waldflächen:         | 52,3%  | (= 68 km <sup>2</sup> ) |
| • Offenland:           | 17,2 % | (= 22 km <sup>2</sup> ) |
| • Siedlungsflächen:    | 15,3%  | (= 20 km <sup>2</sup> ) |
| • Gewässer:            | 3,0%   | (= 4 km <sup>2</sup> )  |

Etwa 25,4% der Flächen des Untersuchungsraumes sind von naturschutzrechtlichen Gebietsausweisungen (Naturschutzgebiet, FFH- und Vogelschutzgebiete (einschließlich Gebietsvorschläge) belegt.

Innerhalb des Untersuchungsraumes wird vorgeschlagen, 32 Probenahmeflächen in das Beobachtungskonzept einzubeziehen, die sich aus „Stehenden Gewässern“ (11 Probenahmeflächen), „Fließgewässern“ (6 Probenahmeflächen), „Offenland“ (8 Probenahmeflächen) und „Wald“ (7 Probenahmeflächen) zusammensetzen. Diese Flächen decken die im Umfeld des Flughafens vorkommenden wichtigsten Lebensraum-/Biotoptypen ab und sind daher geeignet, ein repräsentatives Bild vom Zustand der belebten Umwelt wiederzugeben.

Kernbestandteil des insbesondere aus den Ursache-Wirkungs-Hypothesen, den Leitbildern/ Umweltqualitätszielen und verfügbaren Methodenansätzen abgeleiteten Anlagenbezogenen Beobachtungskonzeptes ist ein System biologischer Indikatoren, das durch die Beobachtung abiotischer Parameter ergänzt wird. Die Indikatoren dienen als Anzeiger/Informationsträger um Aussagen über die Umweltsituation/-qualität der Lebensräume/Biototypen und Schutzgüter zu machen.

Für die einzelnen Schutzgüter

- Tiere/Pflanzen und Biotope
- Boden
- Klima/Luft
- Oberflächengewässer und
- Grundwasser

wurde auf Grundlage der oben in Tab. 1 dargestellten Einflussfaktoren abgeleitet, welche Parameter zur Beobachtung flughafenspezifischer Wirkungen auf die Umwelt am besten geeignet sind. Sofern auf Ebene der Konzeptstudie möglich, wurden den vorgeschlagenen Untersuchungen konkrete Probenahmeräume/-flächen zugeordnet (Abb. 1).

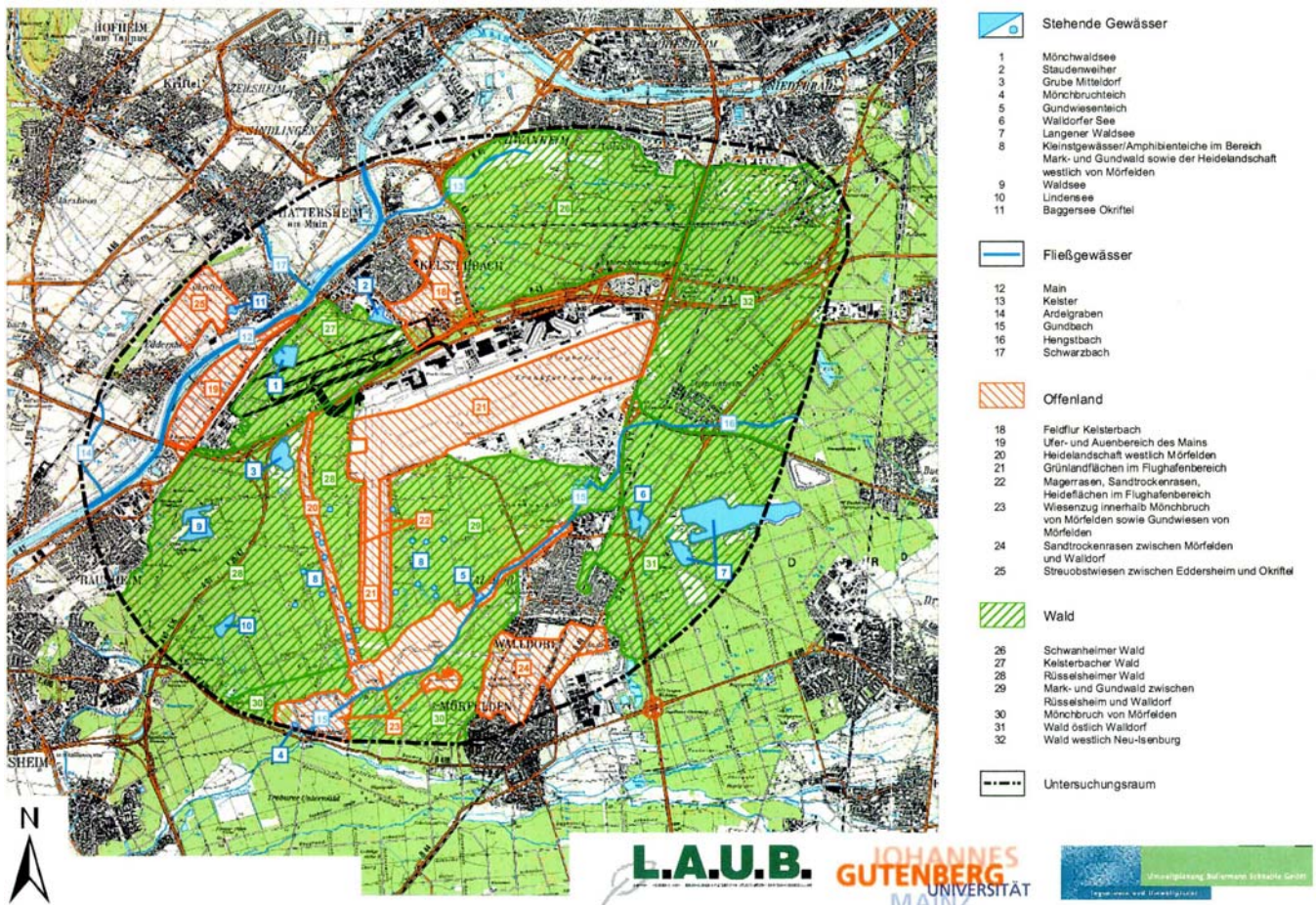


Abb. 1: Lage der Probeflächen innerhalb des Untersuchungsraumes

Das Anlagenbezogene Beobachtungskonzept umfasst sowohl biotische Parameter (u.a. zoologische-botanische-limnologische Bestandsaufnahmen) als auch abiotische Beobachtungsparameter (u.a. chemisch-physikalische Messungen). Durch die Integration und die Beobachtung von abiotischen Parametern werden für die Bioindikation weitere Informationen bereitgestellt, die zur Verifizierung und Einordnung sowohl der zugrunde gelegten Ursache-Wirkungs-Hypothesen als auch zur Einordnung / Bewertung der Beobachtungsbefunde dienen.

Zusammenfassen lassen sich (vereinfacht) die vorgeschlagenen Untersuchungen, gegliedert nach den Ursache-Wirkungs-Hypothesen, zur Beobachtung von Veränderungen der Umwelt im Ergebnis wie folgt:

- **Lärm**

Schutzgut Tiere:

- Beobachtung der Populationsentwicklung lärmsensibler Tierarten (z.B. Singvögel, Fledermäuse, Reh, Waldspitzmaus, Feldmaus); Lärmimmissionsmessungen

- **Schadstoffemissionen mit eutrophierender oder säurebildender Wirkung**

Schutzgut Pflanzen und Biotope:

- Bestandsaufnahmen und Beobachtungen zur Entwicklung u.a. zur Artenzahl, Deckungsgrad, Schichtung (Artenspektrum im Wald, Eibe, Flechten, Kiefernadeln); Immissionsmessung von Stickoxiden und ggf. Schwefeldioxid (geringe Relevanz)

Schutzgut Boden:

- Beobachtung der Standort- und Lebensraumfunktion des Bodens u.a. durch Analytik des Nährstoff-/Säure- und Schadstoffgehaltes des Bodens/Schadstoffdepositionsmessungen, Messung der biologischen Aktivität, Beobachtung des Bodenwasserhaushaltes

Schutzgut Oberflächengewässer/Grundwasser:

- Analytik der Schadstoffkonzentrationen und Messung der Trophie (Primärproduktion Biomasse)

- **Fragmentierung und Versiegelung**

Schutzgut Pflanzen und Biotope/Tiere:

- Beobachtung der Veränderung und biotischen Ausstattung von Flächennutzungen; Beobachtung von Vorkommen und Veränderungen von Leitarten im Wald: z.B. Hirschkäfer und Schwarzspecht

Schutzgut Grundwasser

- Beobachtung der Grundwasserstände und der Grundwasserbeschaffenheit

Schutzgut Klima:

- Beobachtung der Folgewirkungen der Rodungen: Messung von klein- und mikro-klimatischer Parametern, Kaltluftabflussströme, Messung von Veränderungen von Temperatur- und Windverhältnissen und Wirkungstiefen

- **Lichtemissionen**

Schutzgut Tiere:

- Messung der Beleuchtungsstärke und des Lichtspektrums, Beobachtung von Verhaltensstörungen nacht- und dämmerungsaktiver Tierarten (z.B. Falter, Fledermäuse)

Schutzgut Pflanzen und Biotope:

- Bestimmung der Nettoprimärproduktion

- **Ozon(-bildung)**

Schutzgut Pflanzen und Biotope:

- Ausbringung von Pflanzen-Exponaten, die sensibel auf Ozon reagieren (z.B. Tabak, Bohne); Bestimmung der Nettoprimärproduktion



Schutzgut Luft:

- Immissionsmessung von Ozon / Auswertung von Daten zur Ozonbelastung
- **Schadstoffemission mit kanzerogener Wirkung**
- Messung/Auswertung von Benzo(a)pyrengehalten in Luft und Gewässern; Ausbringung von Pflanzen-Exponaten, die Benzo(a)pyren anreichern (z.B. Grünkohl)
- **Klimaänderung und Wirkung auf Ökosysteme (übergeordneter globaler Wirkungspfad)**

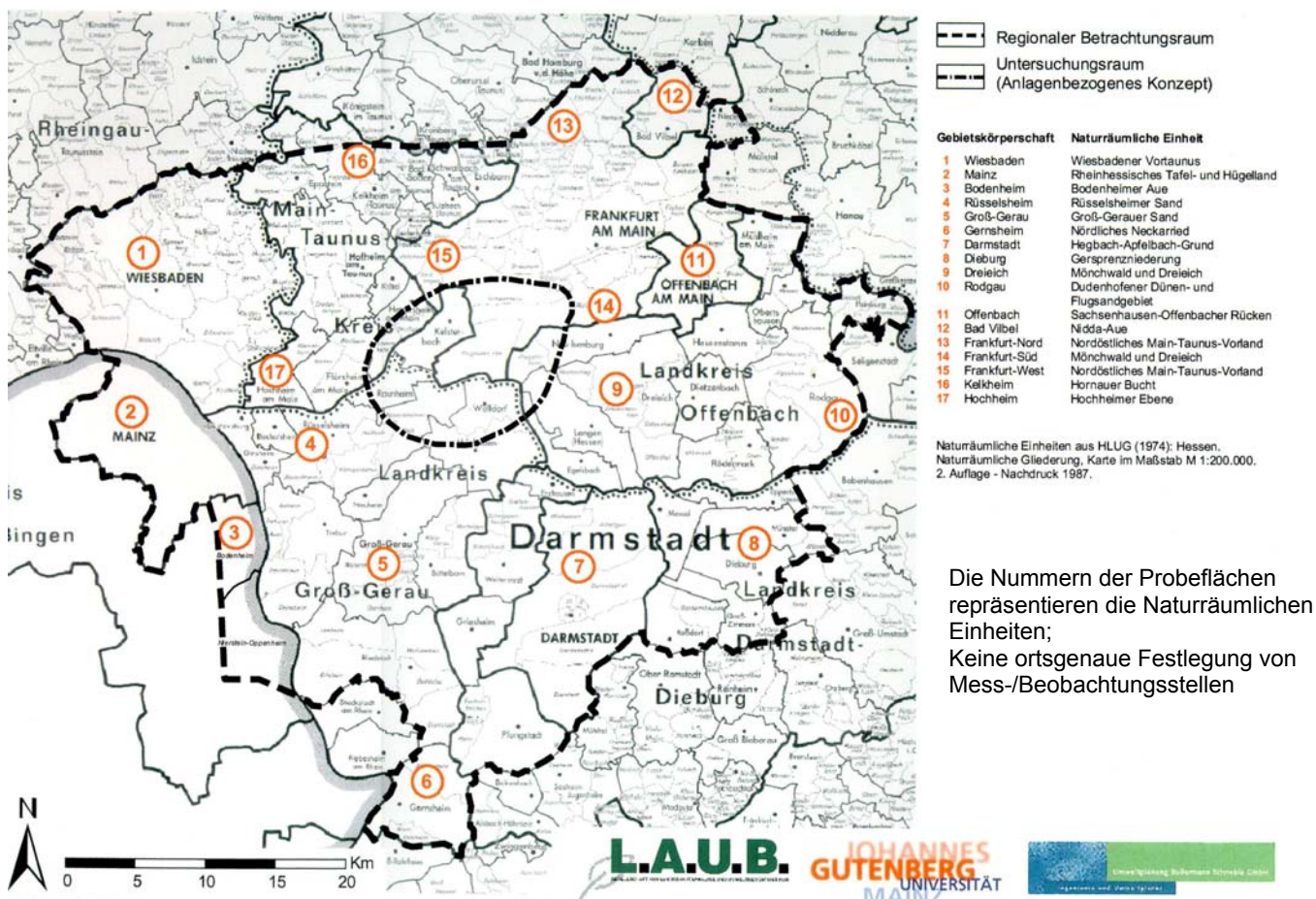
Schutzgut: Pflanzen und Biotope

- Bestimmung der Nettoprimärproduktion; Erfassung von Sturmschäden

Die Ergebnisse der Umweltbeobachtungen werden mit statistischen Methoden ausgewertet. Beobachtete Umweltveränderungen können mit Hilfe eines Geographischen Informationssystems im räumlichen Bezug dargestellt werden.

**3.3 Regionales Beobachtungskonzept**

Zur allgemeinen Zustandsbeobachtung der Umwelt (Regionales Beobachtungskonzept) wird vorgeschlagen, in insgesamt 17 Teilräumen des regionalen Betrachtungsraumes (Abb. 2) biotische und abiotische Parameter zu erfassen bzw. zu messen.



Die Nummern der Probeflächen repräsentieren die Naturräumlichen Einheiten;  
Keine ortsgenaue Festlegung von Mess-/Beobachtungsstellen

**Abb. 2:** Lage der Probeflächen innerhalb des Regionalen Betrachtungsraumes

Der ursprünglich verfolgte Ansatz der Ökologischen Flächenstichprobe (ein Umweltmonitoringkonzept für Natur und Landschaft auf Basis zufallsverteilter Probeflächen in der nicht geschützten Landschaft) konnte nicht weiter verfolgt werden, da eine bundesweite Umsetzung derzeit nicht absehbar ist. Stattdessen wird bezüglich der biotischen Umweltbeobachtung auf Ansätze des Vogel- bzw. Tierartenmonitorings zurückgegriffen.

Bei den abiotischen Parametern wird angestrebt, möglichst auf Daten vorhandener Messnetze (Lärm, Klima, Luftschadstoffe, Wasser und Boden) zurückzugreifen.

Bei den biotischen Parametern (aus Botanik, Zoologie und Landschaft) wird der Bedarf gesehen, zusätzlich zu vorhandenen Datenerhebungen eigenständige Untersuchungen vorzunehmen.

Bei der Auswahl der vorgeschlagenen Beobachtungsparameter und der -methoden wurde Wert darauf gelegt, dass eine möglichst breite „Überlappung“ zwischen dem Anlagenbezogenen und dem Regionalen Monitoringkonzept besteht. Mit diesem Ansatz wird eine Verzahnung der beiden Beobachtungskonzepte (Umfeld des Flughafens Frankfurt Main und großräumigeres Umfeld Rhein-Main-Gebiet) bei der Auswertung beobachteter Umweltphänomene möglich. Der Parameterumfang wurde beim regionalen Beobachtungsansatz gegenüber dem Anlagenbezogenen Konzept reduziert.

Im Hinblick auf die Einordnung und Bewertung der Daten des Regionalen Beobachtungskonzeptes, wird ergänzend die Datenerhebung auf drei Referenzflächen außerhalb des Regionalen Beobachtungsraumes empfohlen.

### **3.4 Auswertungskonzept**

Die Daten der einzelnen biotischen bzw. abiotischen Messungen/Beobachtungen werden zusammengeführt (EDV-gestütztes Datenmanagement/-verwaltung) und mit statistischen Verfahren ausgewertet. Die Auswertung/Darstellung der Daten erfolgt im sachlich-inhaltlichen Zusammenhang (Trendanalysen, Zeitreihen etc.) als auch unter räumlicher Bezugnahme (Einsatz eines Geographischen Informationssystems).

Weiterhin wird überprüft, ob signifikante Veränderungen gegenüber bisherigen Beobachtungsbefunden feststellbar sind.

Wie etwaige Umweltveränderungen zu bewerten sind und welche Schlussfolgerungen ggf. aus den Beobachtungsbefunden zu ziehen sind, kann erst durch Abgleich der Beobachtungsbefunde mit geeigneten Bewertungsmaßstäben erfolgen.

Als Bewertungsmaßstäbe sind Leitbilder/ Umweltqualitätsziele (insbesondere der Regional- und Landschaftsplanung; Regionalplan Südhessen 2000; Landschaftsplan UVF 2000) sowie fachgesetzliche Umwelanforderungen (z.B. Schutzzwecke in naturschutzrechtlichen Verordnungen/FFH-Gebietsmeldungen; forstrechtliche Schutzgebiete) oder untergesetzliche Anforderungen (z.B. Agenda 21, sonstige kommunale Zielvorgaben/-konzepte) relevant.

Weiterhin kann auf die Bewertung im Rahmen der Umweltverträglichkeitsuntersuchungen zum Ausbau des Flughafens zurückgegriffen werden.

Die Bewertung hat sowohl schutzgutbezogen als auch schutzgutübergreifend unter Berücksichtigung von Wechselwirkungen zu erfolgen.

Werden nachteilige Umweltentwicklungen im vorgenannten Sinne festgestellt, ist eine Ursachenanalyse durchzuführen und sind Handlungsoptionen zu prüfen.

## **4 Umsetzung**

### **4.1 Organisation**

Für die Umsetzung des Umweltmonitorings bedarf es einer geeigneten Organisationsstruktur, durch die insbesondere die Kontinuität des Umweltmonitorings über einen langfristigen Beobachtungszeitraum, die Integration bereits beteiligter Institutionen eine

medienübergreifende Auswertung der Beobachtungsbefunde und eine umfassende Information der Öffentlichkeit geleistet werden soll.

Zunächst einmal können Umweltbeobachtungsprogramme in sehr unterschiedlicher Form organisiert und umgesetzt werden. Das Umweltmonitoring kann z.B. durch eine vorhandene öffentliche oder private Institution wahrgenommen werden, oder es können eigenständige und zuständige Organisationsstrukturen für die Aufgabenwahrnehmung in nicht privatrechtlicher bzw. in privatrechtlicher Form gebildet werden.

Nach Abwägung der Vor- und Nachteile der verschiedenen Organisationsformen ist die Bildung einer privatrechtlichen Organisationsstruktur für die Aufgabenwahrnehmung des Umweltmonitorings zu empfehlen.

Privatrechtliche Organisationsmöglichkeiten bieten eine gute organisatorische Grundlage für Kooperationen, wenn keine planungs- und finanzhoheitlichen Aufgaben betroffen sind. Zu nennen ist hier insbesondere die Rechtsform einer GmbH, die bei gemischt-wirtschaftlichen Unternehmen häufig die Organisationsform der Wahl darstellt. Da eine GmbH eine uneingeschränkte Beteiligung öffentlich-rechtlicher und privater Institutionen ermöglicht, ist sie sowohl als Rechtsform für interkommunale Aufgaben als auch für kommunale Pools mit Beteiligungen von Vorhabensträgern und/oder Vereinen, Verbänden sowie sonstigen privaten oder öffentlichen Institutionen geeignet.

Um Synergieeffekte zu nutzen bzw. den Verwaltungsaufwand so gering wie möglich zu halten, bietet es sich durchaus an, eine derartige Organisation an eine vorhandene Institution „anzubinden“ (z.B. Nutzung von Räumen, technischer Infrastruktur und personellen/fachlichen Kapazitäten).

Für die Projektabwicklung ist neben der formalen Struktur auch die interne Projektorganisation an die Erfordernisse des Umweltmonitorings auszurichten. Das Umweltmonitoring ist einerseits durch eine starke Aufgabenteilung und Differenzierung (Spezial- und Datenerhebungen) gekennzeichnet, andererseits durch einen hohen Integrationsaufwand der Ergebnisse, insbesondere bei der Auswertung und Verwertung der Beobachtungsbefunde. Diese Anforderungen sind bei der internen Projektabwicklungsstruktur zu beachten, damit eine den Zielsetzungen des Monitorings entsprechende Durchführung gewährleistet wird und nicht lediglich eine Informations-/ Datenflut ohne Konsistenz und Zusammenhang erzeugt wird. Querschnittsorientiertes Denken und Handeln ist hier gefragt.

#### **4.2 Information und Öffentlichkeitsarbeit**

Das Umweltmonitoring steht in einem erheblichen gesellschaftlichen Spannungs- und Interessenumfeld. Im Hinblick auf die Diskussion und Bewertung der Beobachtungsbefunde ist es daher wichtig, dass die Vorgehensweise und Methodik des Monitorings als fachlich unstrittige Grundlage allgemein anerkannt wird und der Träger des Umweltmonitorings bzw. die entsprechende Organisation akzeptiert wird. Der Information der Öffentlichkeit kommt in diesem Zusammenhang ein hoher Stellenwert zu.

Mit der Information der Öffentlichkeit sollte möglichst frühzeitig, bereits im Vorfeld der Umsetzung des Umweltmonitorings begonnen werden.

Die Informations-/Öffentlichkeitsarbeit ist als ein kontinuierlicher Prozess zu verstehen, der die Durchführung/Umsetzung und Auswertung/Bewertung des Monitorings über den gesamten langjährigen Beobachtungszeitraum begleitet.

Nachfolgend sind beispielhaft wesentliche Aktivitäten/Medien zur Information der Öffentlichkeit aufgeführt. Einzelne Maßnahmen/Mittel können eindeutig bzw. schwerpunktmäßig einer bestimmten Zielgruppe zugeordnet werden. Andere Maßnahmen/Mittel dienen übergreifend der Information verschiedener Zielgruppen.

- **Information der breiten Öffentlichkeit über das Umweltmonitoring:**
  - Regelmäßige Berichte in allgemeiner Presse/Tageszeitungen etc.
  - Bereitstellung eines Auskunftssystems (Informationsversorgung), z.B. über das Internet (web-site, s.u.)
  - Durchführung von regelmäßigen öffentlichen Anhörungen/ Informationsveranstaltungen (z.B. jährlich)
  - Durchführung von Exkursionen/Besichtigungen (z.B. Erläuterung floristisch-faunistische Datenerhebungen vor Ort)
  - Einrichtung/Gestaltung eines Lehrpfades zum Umweltmonitoring ggf. mit Anbindung an den Regionalpark Rhein-Main
  
- **Information der Fachöffentlichkeit:**
  - wissenschaftliche Auswertung und regelmäßige Berichte in Fachpublikationen/ -zeitschriften etc.
  - Bereitstellung eines Auskunftssystems (Informationsversorgung), z.B. über das Internet (Abfragen mit einem geographischen Informationssystem )
  - Eruiierung und Begleitung/Durchführung von Forschungsprojekten (z.B. Forschungstätigkeiten im Rahmen von Dissertationen)
  - Organisation/Durchführung von (Fach-)Hearings, Fachseminaren/ Kongressen fachliche Erörterung mit den Beteiligten/Akteuren und externen Experten (erforderlichenfalls Rückkopplung zu Monitoringprogramm)
  
- **Information von politischen Entscheidungsträgern und Gremien, Verwaltungen:**
  - Berichterstattung (z.B. Vorstellung von Beobachtungs- bzw. Bewertungsergebnissen bei kommunalen oder regionalen Gremien)
  - Sachgerechte Informationsaufbereitung/-aggregation
  
- **Zielgruppenübergreifende Information:**
  - Kontinuierliche, aktuelle Internetpräsenz: web-site Umweltmonitoring, interaktives Diskussionsforum, online-Darstellungen z.B. von Luftschadstoffmessungen, Datenbereitstellungen, graphische Datenaufbereitung, Publikationen/Berichte, Hintergrundinformationen z.B. zum Thema Umweltmonitoring, Links etc.
  - Erstellung und Veröffentlichung jährlicher Umweltberichte: allgemein verständliche Dokumentation der Datenauswertung und Bewertung (Texte, Graphiken, Abbildungen etc.), Kontinuität der Ergebnisdarstellung, Aufzeigen von Entwicklungen/Trends
  - Zusammenstellung von Synopsen, Kurzfassungen, Zusammenfassungen
  - Presseinformationen/-meldungen

In regelmäßigen Abständen ist zu prüfen, ob die Informationsstrategie den Zielvorgaben und Zielgruppen gerecht wird (Evaluation Maßnahmen/Mittel der Zielerreichung) bzw. inwieweit erforderlichenfalls Modifizierungen vorzunehmen und umzusetzen sind.

### 4.3 Kosten

Die Kosten für die Durchführung des Umweltmonitorings können auf Ebene des Monitoringkonzeptes nur in erster Näherung und auf Grundlage plausibler Annahmen (Mengenansätze, Flächengrößen, Beobachtungsintervalle etc.) abgeschätzt werden. Insgesamt ist mit Kosten bei einem vollen Untersuchungsprogramm pro Jahr wie beschrieben von rd. 2,2 Mio. EUR (netto) für das anlagenbezogene und das regionale Beobachtungskonzept zu rechnen.

Die Abschätzung der Jahreskosten stellt eine Obergrenze dar, wenn alle im Konzept vorgeschlagenen Untersuchungen (Biotik und Abiotik) in einem Jahr durchgeführt werden. Aus dieser Kostenschätzung lässt sich keine Hochrechnung der Kosten für das Monitoring über einen langjährigen Zeitraum ableiten, da sich der Untersuchungsumfang nach Auswertung der ersten Beobachtungsbefunde und über den gesamten Beobachtungszeitraum hinweg verändern kann. In diesem Zusammenhang kann davon ausgegangen werden, dass es zu

einer Kostenreduzierung kommen wird, indem z.B. Erhebungsfrequenzen bei stabilen Beobachtungsbefunden verlängert werden oder zoologische/populationsgenetische Untersuchungen bzw. chemische Analyseverfahren vor dem Hintergrund des langfristigen Beobachtungszeitraumes nicht jährlich durchgeführt werden müssen.

Eine Grundvoraussetzung für die erfolgreiche Umsetzung des Umweltmonitoring ist es, dass die notwendigen finanziellen Mittel über den Monitoringzeitraum zur Verfügung gestellt werden.

Zum derzeitigen Zeitpunkt können die Finanzierungsmöglichkeiten nur grundsätzlich erörtert werden. Ein detailliertes Finanzierungsmodell kann erst dann ausgearbeitet werden, wenn der bzw. die Träger des Umweltmonitorings bekannt sind.

Die Einführung des Umweltmonitorings steht in unmittelbarem Zusammenhang mit dem Flughafen Frankfurt Main. Das Umweltmonitoring soll dazu dienen, die allgemeinen Auswirkungen des Flughafens unter besonderer Berücksichtigung des kapazitiven Ausbaus mit der geplanten Landebahn darzustellen und zu beobachten.

Ausgehend vom Verursacherprinzip ist demzufolge zu argumentieren, dass dem Flughafenbetreiber eine maßgebliche Rolle bei der Bereitstellung der Mittel zur Finanzierung des Umweltmonitorings zukommt. Einen prüfungswerten Finanzierungsansatz für das Umweltmonitoring stellt die Erhebung einer Entgeltgebühr in Zusammenhang mit dem Flughafenbetrieb dar (Gebühr bezugnehmend auf Leistungs-/Kenndaten des Flug- bzw. Flughafenbetriebes, z.B. Passagierzahlen, Frachtmengen, Starts/ Landungen).

Den Finanzierungsweg „Entgeltgebühr“ hat die Fraport AG z.B. zur Refinanzierung passiver Schallschutzmaßnahmen gewählt. Zu prüfen ist, ob bzw. inwieweit die Mittelbereitstellung des Umweltmonitorings über einen analogen Finanzierungsweg (Entgeltgebühr) erfolgen kann. Rechnerisch können die abgeschätzten Kosten für das Umweltmonitoring (Anlagenbezogenes und Regionales Monitoring, s.o.) gedeckt werden, wenn pro Passagier ein Entgelt in Höhe von 0,05 Euro erhoben würde (bei 50 Mio. Passagiere = 2,5 Mio. Euro).

Im Rahmen der weiteren Ausgestaltung/Konkretisierung des Monitoringkonzeptes ist zu prüfen, ob sich aus der Nutzung von Synergiepotenzialen mit bereits laufenden oder zukünftig absehbaren lokalen/regionalen Umweltdatenerhebungen (u.a. Fraport AG, Strategische Umweltprüfung, Umweltüberwachung Natura 2000) Finanzierungsmöglichkeiten generieren lassen.

Im weiteren sollte geprüft werden, inwieweit sonstige Träger von relevanten Infrastrukturmaßnahmen/-planungen mit möglichen relevanten Umwelteinwirkungen innerhalb des Untersuchungsraumes in das Finanzierungskonzept einbezogen werden können. Zu denken wäre dabei insbesondere an Träger von Infrastrukturmaßnahmen für Verkehrswege und Ver- und Entsorgungseinrichtungen.

#### **4.4 Implementierung und Zeitrahmen**

Nach Freigabe des Umweltmonitoringkonzeptes durch das RDF sollte zügig mit der Klärung/Abstimmung des organisatorischen Rahmens zur Durchführung des Monitorings mit den relevanten Akteuren/Beteiligten begonnen werden. In diesem Zusammenhang sind auch die Fragen der Mittelbereitstellung zu klären. Aufgrund der Komplexität der Aufgabenstellung und des erforderlichen umfänglichen/intensiven Abstimmungsbedarfs mit den verschiedenen Akteuren/Beteiligten kann die Dauer dieses ersten Arbeitsschrittes mit bis zu einem Jahr abgeschätzt werden.

Zeitgleich kann mit der erforderlichen Konkretisierung der vorgeschlagenen Untersuchungsmethodik in ein Ausführungsprogramm begonnen werden und können die Abstimmungen zur Auswertungs- und Bewertungsmethodik und die weitere Ausgestaltung der Projekt- und Ablaufplanung erfolgen. Hier sind u.a. insbesondere die Möglichkeiten der Datenbereitstellung von bereits derzeit laufenden bzw. absehbaren zukünftigen Umweltbeobachtungen sowie die Nutzung von Synergieeffekten zu prüfen.

Zielvorgabe sollte sein, dass mit den Datenerhebungen zum Voreingriffszustand noch rechtzeitig vor dem etwaigen Baubeginn der neuen Landebahn Nordwest begonnen werden kann.

Anhang (1):

Untersuchungsumfang des Anlagenbezogenen Beobachtungskonzeptes

## Anhang 1: Untersuchungsumfang des Anlagenbezogenen Beobachtungskonzepts

Ableitung des Untersuchungsumfanges bzw. der Beobachtungsparameter (einschließlich der Methodik) zur Beobachtung der flughafenspezifischen Wirkfaktoren auf die Schutzgüter

Die Nummerierung der Probeflächen entspricht Abb.1

<b>Lärm</b>			
<b>Schutzgut</b>	<b>Auswirkungen auf die Schutzgüter</b>	<b>Untersuchungsumfang/Beobachtungsparameter</b>	<b>Methodik</b>
<b>Tiere</b>	Lärmimmission innerhalb der Ökosysteme - Auswirkung auf die Lebensgemeinschaft		
	- Abnahme lärmsensibler Tierarten bzw. Aussterben der betroffenen Populationen	Beobachtung der Populationsentwicklung lärmsensibler Tierarten, z.B. Eulen, Fledermäuse, Kleinsäuger, Mittelsäuger (Abundanzveränderungen, Turnover-Rate, Stetigkeit)	Indikatorarten für Lärm (z.B. Feldmaus, Reh, Steinkauz, Singvögel)
	- Besetzung von Nischen durch andere Tierarten, Änderung der Artenzusammensetzung	Messung der Lärmpegel	Auswertung vorhandener Daten - Lärmmessnetze Fraport bzw. dt. Fluglärmdienstes Ergänzende Messstellen in Lebensräumen mit lärmsensiblen Tieren, Messkonzept Lärm
	- Abnahme von Singvögeln	Beobachtung der Populationsentwicklung von Singvögeln (Gesamtabundanz, Diversität)	Artenbeobachtung
<b>Schadstoffemissionen mit eutrophierender oder säurebildender Wirkung</b>			
<b>Schutzgut</b>	<b>Auswirkungen auf die Schutzgüter</b>	<b>Untersuchungsumfang/Beobachtungsparameter</b>	<b>Methodik</b>
<b>Pflanzen und Biotope, mit Schwerpunkt Wald</b>	Immission von SO <sub>2</sub> und NO <sub>x</sub> innerhalb der Ökosysteme ⇒ Auswirkung auf die Lebensgemeinschaft		
	- Schädigung bzw. Absterben von Pflanzen, Veränderung der Artenzusammensetzung, Veränderung der Schichtung	Passives Monitoring zur Beobachtung der Luftqualität	Indikatoren (z.B. Flechten, Kiefernadeln, Eibe)
		Aktives Monitoring	Indikator (z.B. Weidelgras)
		Beobachtung der Strukturverhältnisse (Deckungsgrad, Schichtung, Artenzahl)	Erfassung der Arten je Bestandsschicht Erfassung der Höhe der Bestandsschicht Erfassung des Deckungsgrades der Bestandsschicht Häufigkeit der Aufnahmen: 1-2 x /Jahr Aufnahmen in Probefläche: 26 - 32
		Beobachtung der Artenstruktur (Artenbestand, mittlere Artenzahl, Artenhäufigkeit)	Aufnahme einer Artenliste Schätzung des Deckungsgrades der Arten in Prozent Häufigkeit der Aufnahmen: 1-2 x /Jahr Aufnahmen in Probefläche: 26 - 32
	Messung der NO <sub>x</sub> -Belastung der Luft (ggf. SO <sub>2</sub> , geringe Relevanz)	Auswertung vorhandener Daten - Luftmessstation der Fraport - Luftmessnetz der HLUG Messkonzept Luftschadstoffe	
- Verlust von Arten, die auf basische oder nährstoffarme Standorte angewiesen sind, Änderung der Lebensgemeinschaft, Veränderung der Diversität, Zunahme von anpassungsfähigen Arten	Beobachtung der Artenstruktur von Pflanzengemeinschaften, die auf nährstoffarme/ basische Standorte angewiesen sind	Aufnahme einer Artenliste Schätzung des Deckungsgrades der Arten in Prozent Häufigkeit der Aufnahmen: 1-2 x /Jahr Aufnahmen in Probefläche: 26 - 32	

## Fortsetzung Anhang 1

Schadstoffemissionen mit eutrophierender oder säurebildender Wirkung			
Schutzgut	Auswirkungen auf die Schutzgüter	Untersuchungsumfang/Beobachtungsparameter	Methodik
<b>Boden</b>	- zunehmende Bodenversauerung, insbesondere von pufferschwachen Waldböden, Auswaschung von Schwermetallionen	Beobachtung der Standort-/ Lebensraumfunktion des Bodens anhand der Bodenfauna, Bodenstruktur, Bodendynamik	Verfahren zur Messung der biologischen Aktivität von Böden (in Wald- und in Agrarböden), nach Verfahren Prof. Dr. G. Eisenbeis, Uni Mainz Häufigkeit der Bodenuntersuchung: monatlich Untersuchungen in Probeflächen: 19, 23, 26-29
		Messung des pH-Wertes im Boden Messung von Säuregehalten im Boden	Auswertung vorhandener Daten - Bodendauerbeobachtungsflächen der HLUG - Hauptamtliches Bodenmessnetz des DWD Erweiterung des vorhandenen Messnetzes um weitere Messpunkte, Messkonzept Säuregehalt des Bodens
	- Bodeneutrophierung	Messung von Nährstoffgehalten im den Boden	Auswertung vorhandener Daten - Bodendauerbeobachtungsflächen der HLUG - Hauptamtliches Bodenmessnetz des DWD Erweiterung des vorhandenen Messnetzes um weitere Messpunkte, Messkonzept Nährstoffgehalt des Bodens
<b>Oberflächen- gewässer</b>	- verstärkte Auswaschung toxisch wirkender Metallionen und von Nährstoffkationen insbesondere aus pufferschwachen Böden und Gesteinen in das Grundwasser und in Grundwasserquellen	Beobachtung der Schadstoffkonzentration, der Trophie der Gewässer	Indikator (Makrozoobenthos)
		Messung der Schadstoffkonzentration, der Trophie der Gewässer	Auswertung vorhandener Daten - Hessisches abiotisches Gütemessprogramm für oberirdische Gewässer Messkonzept Oberflächengewässer
		Beobachtung der Wasserqualität anhand der biologischen Gewässergüte	Auswertung vorhandener Daten - Hessisches biologisches Gütemessprogramm für oberirdische Gewässer, HLUG
<b>Grundwasser</b>	- verstärkte Auswaschung toxisch wirkender Metallionen und von Nährstoffkationen insbesondere aus pufferschwachen Böden und Gesteinen in das Grundwasser und in Grundwasserquellen	Beobachtung der Schadstoffkonzentration, der Trophie des Grundwassers	Auswertung vorhandener Daten - Grundwassermessnetz Rheinland-Pfalz - Messnetz des Landesgrundwasserdienstes, HLUG - Grundwassermessnetz, Mainova AG - Trinkwassergewinnungsanlage im Frankfurter Stadtwald, nahe Flughafen Messkonzept Grundwasserbeschaffenheit
<b>Klima</b>	- Eintrag von klimarelevanten Gasen (NO <sub>x</sub> , als Vorläufersubstanz von Ozon)	Passives Monitoring zur Beobachtung der Luftqualität	Indikatoren (z.B. Flechten, Kiefernadeln, Eibe)
		Aktives Monitoring	Indikator (z.B. Weidelgras)



## Fortsetzung Anhang 1

<b>Schadstoffemissionen mit eutrophierender oder säurebildender Wirkung</b>			
<b>Schutzgut</b>	<b>Auswirkungen auf die Schutzgüter</b>	<b>Untersuchungsumfang/Beobachtungsparameter</b>	<b>Methodik</b>
<b>Pflanzen und Biotope, mit Schwerpunkt Offenland</b>	- Eintrag von Stickstoff hat eutrophierende Wirkung auf Magerrasen und andere nährstoffarme Biotoptypen, Veränderung der Artenstruktur	Beobachtung der Artenstruktur von Pflanzengemeinschaften, die auf nährstoffarme Standorte angewiesen sind (Pflanzengemeinschaften auf Magerrasenstandorten, Heideflächen)	Pflanzengemeinschaft Aufnahme einer Artenliste Schätzung des Deckungsgrades der Arten in Prozent Häufigkeit der Aufnahmen: 1-2 x /Jahr Aufnahmen in Probefläche: 20, 22, 24
<b>Pflanzen und Biotope, mit Schwerpunkt Wald</b>	- Flächeninanspruchnahme (hauptsächlich Wald) durch Zunahme der versiegelten Flächen	Beobachtung der Veränderung der Flächennutzung (Anteil der Nutzungsarten in Prozent an der Gesamtfläche)	Auswertung vorhandener Daten - Stadtbiotopkartierung (FIS), im Rhythmus von 5 Jahren - Flächenbilanzierung (PVFRM) - europaweites Projekt CORINE Land Cover, Satellitenbildanalyse (BMU) Fortschreibung und Dokumentation von Vegetationsdichte, Flächennutzung, Biotoptypenkartierung Häufigkeit der Aufnahmen: alle 5 Jahre Flächendeckende Erhebung im Untersuchungsraum
	- Zunahme der Waldrandbereiche und Verinselung - Schwächung der Klimafunktion (Klimaänderung) - Schwächung der Lärmschutzfunktion	Messung der Klein- und Mikroklimaparameter Messung der Kaltluftabflußströme Lärmschutz: s.o. Flächeninanspruchnahme	Auswertung vorhandener Daten - Stationsnetz des Deutschen Wetterdienstes - Luftmessstation der Fraport - Luftmessnetz der HLUG Messkonzept Kleinklima und Ausgleichsströmungen Lärmschutz: s.o. Flächeninanspruchnahme
<b>Fragmentierung und Versiegelung</b>			
<b>Schutzgut</b>	<b>Auswirkungen auf die Schutzgüter</b>	<b>Untersuchungsumfang/Beobachtungsparameter</b>	<b>Methodik</b>
<b>Tiere</b>	- Verlust, Zerschneidung und Verinselung von Lebensräumen	Beobachtung der Veränderung der Flächennutzung (Anteil der Nutzungsarten in Prozent an der Gesamtfläche)	Auswertung vorhandener Daten - Stadtbiotopkartierung (FIS), im Rhythmus von 5 Jahren - Flächenbilanzierung (PVFRM) - europaweites Projekt CORINE Land Cover, Satellitenbildanalyse (BMU) Fortschreibung und Dokumentation von Vegetationsdichte, Flächennutzung, Biotoptypenkartierung Häufigkeit der Aufnahmen: alle 5 Jahre Flächendeckende Erhebung im Untersuchungsraum
	- Verlust von weniger mobilen Tierarten bzw. von Populationen	Beobachtung der Populationsentwicklung weniger mobiler Tierarten (Abundanzveränderung, Turnover-Rate, Stetigkeit)	Indikatorarten (z.B. Teichmolch, Hirschkäfer, Heldbock, Mittelspecht, Schwarzspecht)
<b>Grundwasser/Oberflächen-gewässer</b>	- Beschleunigung des Wasserabflusses aus Einzugsgebieten	Beobachtung der Oberflächenabflußrate, Grundwasserneubildungsrate	Messkonzept Grundwasserstand
<b>Klima</b>	- Temperaturveränderungen, - Veränderung der Windgeschwindigkeiten - Veränderung klimatischer Ausgleichsströmungen	Messung der Klein- und Mikroklimaparameter Messung der Kaltluftabflußströme	Auswertung vorhandener Daten - Stationsnetz des Deutschen Wetterdienstes - Luftmessstation der Fraport - Luftmessnetz der HLUG Messkonzept Kleinklima und Ausgleichsströmungen

## Fortsetzung Anhang 1

<b>Lichtemission</b>			
<b>Schutzgut</b>	<b>Auswirkungen auf die Schutzgüter</b>	<b>Untersuchungsumfang/Beobachtungsparameter</b>	<b>Methodik</b>
<b>Tiere</b>	lokale, starke Zunahme der Lichtemission	Messung der Beleuchtungsstärke in Lux Messung des Lichtspektrums	Messkonzept Licht
	- Licht (tageszeitliches Muster, Intensität, Spektrum) wirkt als Zeitgeber - Störung physiologischer Abläufe, Veränderung des Verhaltens der Tiere, z.B. Schlafplatzgründung im Dauerlichtbereich bei Vögeln	Beobachtung von Verhaltensstörungen nacht- und dämmerungsaktiver Tiere, (Lichtquellen-Falleneffekt)	Indikatorarten (z.B. Nachtfalter, Tagfalter, Insekten, Fledermäuse, Eulen)
<b>Biotope</b>	- Licht (tageszeitliches Muster, Intensität, Spektrum) wirkt als Zeitgeber - Störung physiologischer Abläufe (z.B. verändertes Wachstumsverhalten)	Erhebungen zur Bestimmung der Nettoprimärproduktion als Maß für die Photosyntheseleistung und damit Wachstumsleistung Beobachtung des phänologischen Zustandes	Häufigkeit der Aufnahmen: 1 x /Jahr Aufnahmen in Probefläche: 18, 25-32
<b>Ozon(-bildung)</b>			
<b>Schutzgut</b>	<b>Auswirkungen auf die Schutzgüter</b>	<b>Untersuchungsumfang/Beobachtungsparameter</b>	<b>Methodik</b>
<b>Pflanzen und Biotope, mit Schwerpunkt Wald</b>	Zunahme der Konzentration des troposphärischen (bodennahen) Ozons und seiner schädlich-toxischen Wirkung		
	- Schädigung der Vegetation - Ertragsverluste in der Forstwirtschaft	gezielter Einsatz von Bioindikatoren mit offensichtlicher Anzeige von Schädigungen durch Photooxidantien Erhebungen zur Bestimmung der Nettoprimärproduktion als Maß für die Photosyntheseleistung und damit Wachstumsleistung	Indikatorarten (z.B. Tabak, Bohne, Kleine Brennessel, Rotklee) Häufigkeit der Aufnahmen: 1 x /Jahr Aufnahmen in Probefläche: 26-32
<b>Pflanzen und Biotope, mit Schwerpunkt Offenland</b>	- Schädigung der Vegetation - Ertragseinbußen in der Landwirtschaft	Erhebungen zur Bestimmung der Nettoprimärproduktion als Maß für die Photosyntheseleistung und damit Wachstumsleistung	Häufigkeit der Aufnahmen: 1 x /Jahr Aufnahmen in Probefläche: 18
		gezielter Einsatz von Bioindikatoren mit offensichtlicher Anzeige von Schädigungen durch Photooxidantien	Indikatorarten (z.B. Tabak, Bohne, Kleine Brennessel, Rotklee)
<b>Luft</b>	Verschlechterung der Luftqualität	Messung der Ozonvorläufersubstanzen (NOx) Messung der Ozonwerte, O3	Auswertung vorhandener Daten - Luftmessstation der Fraport - Luftmessnetz der HLUG Messkonzept Luftschadstoffe

## Fortsetzung Anhang 1

<b>Schadstoffemission mit kanzerogener Wirkung</b>			
<b>Schutzgut</b>	<b>Auswirkungen auf die Schutzgüter</b>	<b>Untersuchungsumfang/Beobachtungsparameter</b>	<b>Methodik</b>
<b>Tiere</b>	Zunahme der Benzo(a)pyren - Emission (BaP) - Immission von Benzo(a)pyren im Ökosystem - Auswirkung auf die Lebensgemeinschaften - Schädigung bzw. Absterben einzelner Individuen In der Literatur gibt es keine Hinweise über geeignete faunistische Indikatorarten bezüglich dem Schadstoff Benzo(a)pyren. Zum Nachweis des Stoffes wird als Biomonitoring der Grünkohl vorgeschlagen. Bezüglich der abiotischen Untersuchungen wird der Schadstoffgehalt im Boden und in der Luft untersucht.	gezielter Einsatz von pflanzlichen Schadstoffakkumulatoren (aktives Monitoring)	Indikatorarten (z.B. Grünkohl)
		Beobachtung des Benzo(a)pyren – Gehaltes im Boden und in der Luft	Messkonzept Luftschadstoffe Messkonzept Schadstoffgehalt des Bodens
<b>Oberflächen-gewässer</b>	- Zunahme der BaP-Belastung in Fließgewässern	Beobachtung des Benzo(a)pyren – Gehaltes in den Gewässern	Auswertung vorhandener Daten - Hessisches abiotisches Gütemessprogramm für oberirdische Gewässer, HLUg
<b>Klimaänderung und Wirkung auf Ökosysteme</b>			
<b>Schutzgut</b>	<b>Auswirkungen auf die Schutzgüter</b>	<b>Untersuchungsumfang/Beobachtungsparameter</b>	<b>Methodik</b>
<b>Pflanzen und Biotope, mit Schwerpunkt Wald</b>	langanhaltende Hitze- und Trockenperioden - Wasserstress für Pflanzen - Schädigung bzw. Absterben einzelner Individuen	Erhebungen zur Bestimmung der Nettoprimärproduktion als Maß für die Photosyntheseleistung und damit Wachstumsleistung	Häufigkeit der Aufnahmen: 1 x /Jahr Aufnahmen in Probefläche: 26-32
	Zunahme extremer Sturmereignisse - Sturmbruchgefahr für Pflanzen	Beobachtung der Veränderung der Flächennutzung (Anteil der Nutzungsarten in Prozent an der Gesamtfläche)	Auswertung vorhandener Daten - Stadtbiotopkartierung (FIS), im Rhythmus von 5 Jahren - Flächenbilanzierung (PVFRM) - europaweites Projekt CORINE Land Cover, Satellitenbildanalyse (BMU) Fortschreibung und Dokumentation von Vegetationsdichte, Flächennutzung, Biotoptypenkartierung Häufigkeit der Aufnahmen: alle 5 Jahre Flächendeckende Erhebung im Untersuchungsraum