

Risikobewertung für Bauwerke in der Umgebung von Flugplätzen kombiniert mit signaturtechnischen Analysen

Ausgangslage – Anforderungen an Bauwerke in der Umgebung von Flugplätzen

Im Zuge der Errichtung von Bauwerken in der Umgebung von Flugplätzen sind bereits in der Planungsphase vielzählige Anforderungen aufgrund der Nähe zum Flugplatz im Allgemeinen, aber auch zu flugsicherungstechnischen Anlagen im Speziellen zu berücksichtigen. Diesbezüglich sind durch den Gesetzgeber spezifische Flächensysteme festgelegt, die der fortwährenden Hindernisüberwachung für die sichere Durchführung des Luftverkehrs dienen (vgl. Abbildung 2). Darüber hinaus sind zur Gewährleistung einer permanenten Ortung und Navigation von Luftfahrzeugen (LFZ) sog. Anlagenschutzbereiche (bspw. für Radaranlagen oder Instrumentenlandesysteme (ILS), vgl. Abbildung 1) einzuhalten.



Abbildung 1: Schutzbedürftige Flugsicherungsanlagen (ILS-Landekursender/Kursmonitor) am Flugplatz. Bildquelle: GfL mbH

Im Rahmen des Genehmigungsprozesses eines Bauwerkes bedarf es nach LuftVG^[1] der Einbeziehung der zuständigen Landesluftfahrtbehörde in das Baugenehmigungsverfahren,

wenn o. g. Flächensysteme beeinflusst werden könnten. Als behördliche Entscheidungshilfe dient hierbei eine Stellungnahme des Bundesaufsichtsamtes für Flugsicherung (BAF) unter

fachlicher Mitwirkung der DFS, aber auch ein durch den Antragsteller beizufügendes Gutachten, welches einerseits den Nachweis der Risikoäquivalenz trotz ggf. vorliegender Ver-

letzung der Hindernisbegrenzungsflächen und andererseits einer störungsfreien Funktionsweise der Flugsicherungsanlagen zu erbringen hat.

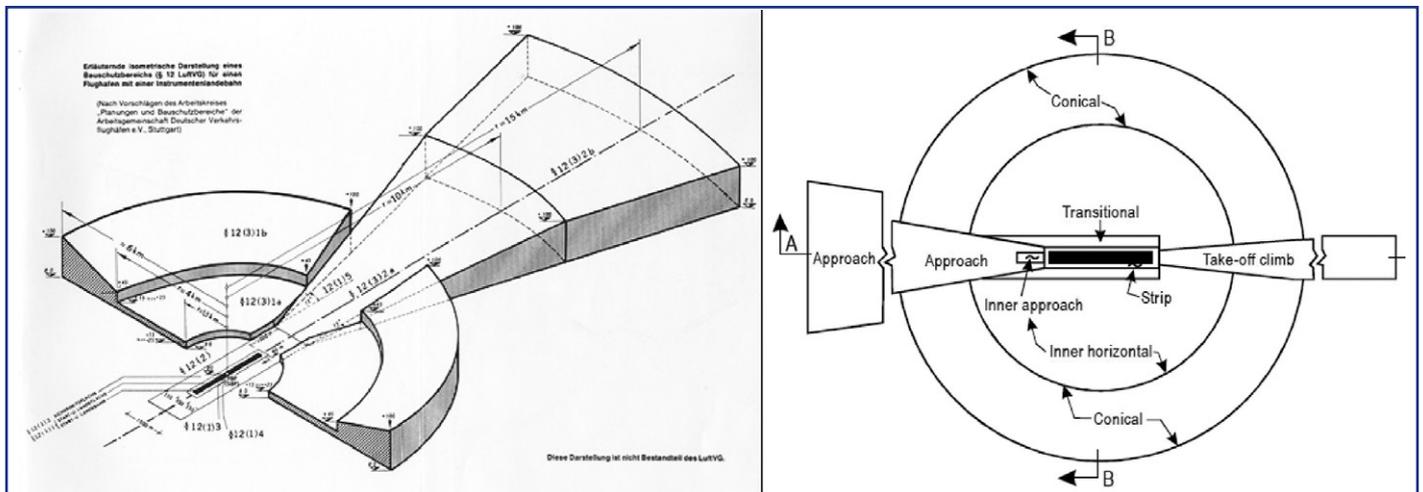


Abbildung 2: Darstellung Bauschutzbereich nach § 12 LuftVG (links) und Hindernisbegrenzungsflächen nach ICAO/EASA (rechts). Bildquelle: LuftVG^[1] / EASA CS-ADR-DSN^[3]

Derartige Nachweise erbringen die Gesellschaft für Luftverkehrsforschung mbH (GfL) in Kooperation mit Flight Calibration Services GmbH (FCS). Im vorliegenden Artikel stellen wir das bei GfL und FCS entwickelte Nachweisverfahren vor.

Risikobewertung von Bauwerken im Nahbereich von Flugplätzen

Bei festgestellten Verletzungen spezifischer Hindernisflächen können Nachweisverfahren entsprechend der Internationalen Zivilluftfahrtorganisation (ICAO) [2] bzw. der Europäischen Agentur für Flugsicherheit (EASA) [3] in Form von Sicherheitsbewertungen (sog. *Safety Assessment* bzw. *Aeronautical Study*) geführt werden. Für vorliegend erläuterte Methodik werden zunächst die Hindernisbegrenzungsflächen entsprechend internationaler und nationaler Richtlinien auf potenzielle, durch das geplante Bauwerk verursachte Durchdringungen geprüft. Sofern Hindernisdurchdringungen ermittelt wurden, erfolgt die Anwendung einer durch GfL entwickelten und an individuelle Flugplatzgegebenheiten anpassbaren Analysemethodik, um die Verträglichkeit des Bauvorhabens mit den Belangen sicheren Flugbetriebes nachweisen zu können [4].

Ausgangspunkt ist das *Untersuchungsverfahren für Flugverkehr unter Standardbedingungen*. Dieses betrachtet jene Flugbewegungen, die den typischen verfahrenskonformen Randbedingungen des Flugbetriebes an einem Flugplatz entsprechen. Sofern an diesem Flugplatz Instrumentenflugverfahren (bspw. satellitenbasierte Anflugverfahren oder ILS-Anflüge) durchgeführt werden, erfolgt eine Auswertung von Radardaten dieser An- und Abflugverfahren. Auf diese Weise können Aufenthalts- bzw. Kursablagewahrscheinlichkeiten

von LFZ ermittelt und schließlich Aussagen zu Kollisionswahrscheinlichkeiten mit dem geplanten Baukörper abgeleitet werden (vgl. Abbildung 3). Die Risikobewertung erfolgt exemplarisch für ILS-Anflugverfahren mittels Grenzwertvergleich

platzgegebenheiten. Hierbei werden u. a. geeignete Gefahrenszenarien unter Berücksichtigung von An- und Abflügen sowie Fehlanflügen bestimmt. Weiterhin werden zweckmäßige Referenzluftfahrzeuge festgelegt, die typischerweise am

erfolgt im Rahmen von Stufe 3 die Prüfung auf Realisierbarkeit des Überfluges mittels Flugleistungsberechnungen auf Basis der Minimalanforderungen gemäß Zulassungsvorschriften der LFZ (für den Großteil von Verkehrsflugzeugen ist dies EASA

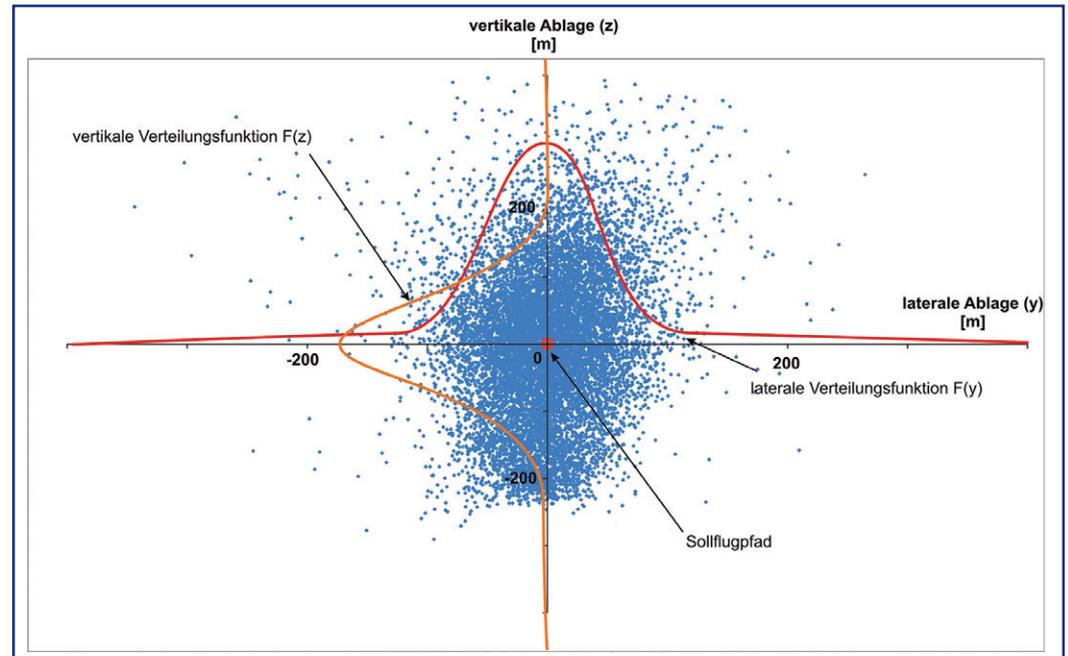


Abbildung 3: Exemplarisches, normalverteiltes Streuverhalten um den Sollflugpfad im Anflug. Bildquelle: GfL mbH

entsprechend des ICAO *Collision Risk Modell* (CRM).

Anschließend folgt das *Untersuchungsverfahren für Flugverkehr unter Ausnahmebedingungen*. Hierin werden jene Flugbewegungen untersucht, die aufgrund unvorhergesehener Vorkommnisse an Bord und/oder am Boden bzw. in unmittelbarer Umgebung des LFZ nicht entsprechend der Standardverfahren (*Standard Operating Procedures*, SOPs) erfolgen und zu unplanmäßigen Flugmanövern bzw. Flugtrajektorien führen können. Die Bewertung des Kollisionsrisikos derartiger Flugbewegungen mit dem geplanten Bauvorhaben erfolgt im Rahmen eines Mehrstufenprüfplans [4], der zumindest nachfolgende fünf Prüfstufen enthält:

In Stufe 1 erfolgt die Prüfung genereller flugbetrieblicher Randbedingungen unter Berücksichtigung lokaler Flug-

untersuchten Flugplatz operieren bzw. für den vorliegenden Untersuchungsgegenstand kritische Randbedingungen (insb. Steigleistung) aufweisen.

In anschließender Stufe 2 werden mögliche Kollisionstrajektorien bei unterstelltem Direktüberflug über das geplante Bauwerk geprüft. Diesbezüglich wird der Frage nachgegangen, ob unter Zugrundelegung von Flugleistungen/-eigenschaften der Referenzluftfahrzeuge ein derartiger Überflug unter Berücksichtigung flugzeugseitig erreichbarer Kurvenradien und weiterer flugleistungsspezifischer Zulassungsvorgaben und Randbedingungen nach Flughandbuch (i. W. zulässige Querneigungswinkel bzw. Drehgeschwindigkeit) überhaupt möglich ist.

Anhand der festgelegten Referenzluftfahrzeuge sowie der ermittelten Kollisionstrajektorien

CS-25). So wird explizit geprüft, ob ein sicherer Überflug des Bauwerkes bereits anhand der generischen, minimalen Steigleistungsanforderungen mit ungünstigen Randbedingungen (bspw. Triebwerksausfall) gewährleistet werden kann.

Innerhalb der Stufe 4 werden anschließend mögliche Ablagen vom Sollflugpfad mittels Flugspuraufzeichnungen von Flugsimulatoren untersucht. Unter Annahme kritischer Wetter- und Betriebsbedingungen (z. B. Seitenwind und Triebwerksausfall) sowie Berücksichtigung individueller Fertig- und Fähigkeiten von LFZ-Besatzungen wird ermittelt, ob die Lage des Bauwerkes unter den genannten, ungünstigen Betriebsbedingungen als kritisch im Überflug einzustufen ist (vgl. Abbildung 4).

In abschließender Prüfstufe 5 werden die tatsächlichen Überflughöhen anhand von Flug-

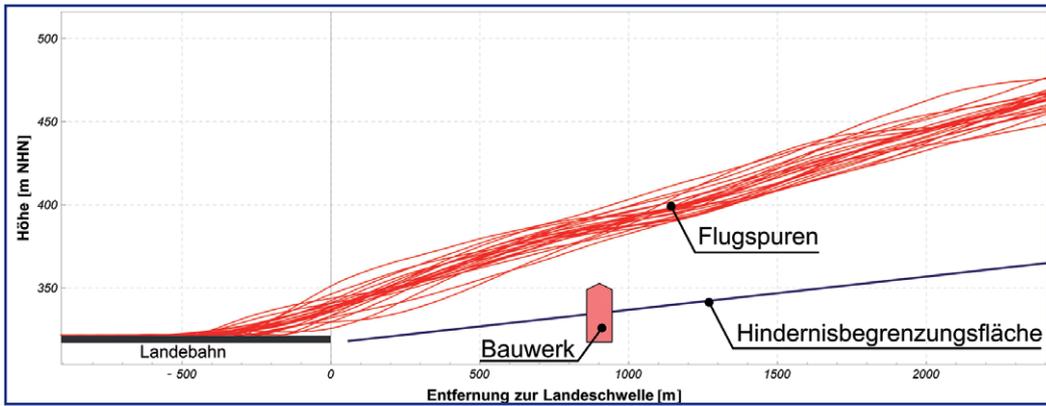


Abbildung 4: Vertikale Flugsपुरaufzeichnungen im Landeanflug. Bildquelle: GfL mbH

leistungsberechnungen gemäß Flughandbüchern bzw. unter Anwendung zertifizierter Flugleistungssoftware untersucht. Insofern werden nun nicht mehr nur die zulassungsseitig einzuhaltenden Minimalanforderungen, sondern die tatsächlich vom LFZ-Hersteller nachgewiesenen (i. d. R. besseren) Steigleistungen herangezogen. So wird festgestellt, ob die tatsächlichen, stets über den zulassungsseitig geforderten Steigleistungen der Referenzluftfahrzeuge eine hinreichende Flughöhe über den kritischen Hindernissen gewährleisten.

Sofern nach Anwendung derartiger Horizontal- bzw. Vertikalanalyse des Flugverlaufs nicht vernachlässigbare Risiken für eine Kollision von LFZ und Bauwerk verbleiben, erfolgt soweit möglich die Entwicklung geeigneter infrastruktureller bzw. betrieblicher Maßnahmen zur Risikominderung, um dennoch einen sicheren und regelmäßigen Flugbetrieb gewährleisten zu können.

Signaturtechnische Analyse von Bauwerken im Bereich von Flugsicherungsanlagen

Derartige Objekte in Flughafennähe stellen aber auch potenzielle Risiken für die Flugverkehrskontrolle durch ungewünschte Signalverfälschungen von Radar- und Navigationsanlagen aufgrund von Reflexionen elektromagnetischer Wellen an der Gebäudeoberfläche dar. Die

hierfür erforderliche „signaturentische Bewertung“ im Rahmen eines Bauantragsverfahrens erfolgt in Kooperation mit unserem Partner FCS GmbH, der über langjährige sachverständige Erfahrung im Bereich der Flugvermessung und Reflexionsanalysen verfügt. Die Erfassung möglicher Störpotenziale auf Flugsicherungsanlagen folgt dabei einem mehrstufigen Prozess, der numerische Simulationen zur Mehrwegeausbreitung umfasst. Im Rahmen der abschließenden Risikobewertung werden die Simulationsergebnisse in Form von Fehlerdiagrammen den Grenz- bzw. Toleranzwerten gemäß ICAO Annex 10^[5] gegenübergestellt. Im Falle der Verletzung dieser Vorgaben wird auch hier nach Optionen zur Reflexions- bzw. Risikominderung gesucht: Die Drehung des Bauobjektes, die Neigung einzelner Fassadenelemente oder der Einsatz dämpfender Baumaterialien für die Fassadengestaltung sind mögliche Lösungen, um schließlich die Zulassungsfähigkeit der geplanten Baumaßnahme zu erlangen.

Vorteile des Nachweisverfahrens im Zuge der Genehmigung von Bauwerken

Das hier vorgestellte Nachweisverfahren ermöglicht eine in bisherigen Verfahren nicht erreichte Präzision in der Bewertung geplanter Bauwerke im Flughafennahbereich hinsichtlich Hindernisfreiheit sowie möglicher Störwirkungen von

Flugsicherungsanlagen. Da dieses Nachweisverfahren bereits in der frühen Planungsphase eines Bauprojektes verlässliche Aussagen zur grundsätzlichen Genehmigungsfähigkeit liefert, können bei Feststellung kritischer Auswirkungen hinsichtlich Hindernisfreiheit bzw. Störwirkungen frühzeitig und damit wirtschaftlich Optimierungsmaßnahmen in die Planung eingebracht werden. Untersuchungsergebnisse werden dabei den zuständigen Fachbehörden und dem Flugsicherungsdienstleister stets umgehend zur Verfügung gestellt, um so Risiken in der Bauausführung weiter zu minimieren.

Die vorgestellte Methodik wurde bereits in zahlreichen Planungsprojekten von Bauwerken in der Umgebung von Flugplätzen bzw. direkt auf dem Betriebsgelände (wie z. B. am Verkehrsflughafen Frankfurt/Main^{[6], [7], [8]}) erfolgreich angewandt.

Dipl.-Ing. Martin Schlosser
schlosser@gfl-consult.de
Prof. Dr.-Ing. Hartmut Fricke
fricke@gfl-consult.de
Gesellschaft für
Luftverkehrsforschung mbH
www.gfl-consult.de

Literatur

^[1] Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz: „Luftverkehrsgesetz (LuftVG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 10. Mai 2007 (BGBl. I S. 698), das

durch Artikel 1 des Gesetzes vom 28. Juni 2016 (BGBl. I S. 1548) geändert worden ist“. Zuletzt geändert durch Art. 21 G v. 19.2.2016 I 254, Berlin, 2016

^[2] International Civil Aviation Organization: „Annex 14, Volume I, Aerodrome Design and Operations“. 7th Edition, Montreal, 2016

^[3] European Aviation Safety Agency: „Certification Specifications (CS) and Guidance Material for Aerodromes Design – CS-ADR-DSN“. Issue 3, Annex to ED Decision 2016/027/R, Köln, 2016

^[4] Fricke H., Thiel C.: „Methodology to Assess the Safety of Aircraft Operations when Aerodrome Obstacle Standards cannot be met“. 10th USA/Europe Air Traffic Management Research and Development Seminar, Chicago, 2013

^[5] International Civil Aviation Organization: „Annex 10: Aeronautical Telecommunications“. 6th Edition, Montreal, 2008

^[6] Gesellschaft für Luftverkehrsforschung mbH: „Aeronautical Study / Signaturtechnische Untersuchung zur Prüfung auf weiterhin sicheren und regelmäßigen Flugbetrieb inklusive Radar- und ILS-Verträglichkeitsprüfung am Verkehrsflughafen Frankfurt/Main bei weiterer Bebauung des Areals Gateway Gardens“. Dresden, Februar 2016

^[7] Gesellschaft für Luftverkehrsforschung mbH: „Aeronautical Study zum Nachweis des sicheren und regelmäßigen Flugbetriebs am Flughafen Frankfurt/Main bei Errichtung des Gebäudekomplexes „Alpha Rotex“. Dresden, Januar 2012

^[8] Gesellschaft für Luftverkehrsforschung mbH: „Aeronautical Study zur flugbetrieblichen Verträglichkeit des geplanten Vorfeldtowers am Terminal 3 des Flughafens Frankfurt/Main“. Dresden, November 2012